

ரூ 1-40

தென்மொழிகள் புத்தக டிரஸ்ட்
ஆதரவில் பதிப்பிக்கப்பெற்றது

பொறி இயல் புதுமைகள்

பொறி இயல் புதுமைகள்



ஆசிரியர் :

ஹெர்பெர்ட் மெக்கே

தமிழாக்கம் :

எஸ். சங்கரன்

ராதா பதிப்பகம்

தியாகராய நகர் : : சென்னை-17

TAMIL
First Edition – 3000 Copies
April 1966.

PORI IYAL PUDHUMAIGAL
This Translation of "Fun with Mechanics" (Chapters 4to7) by Herbert McKay is published by arrangement with Oxford University Press.

Translator: S. Sankaran

Price Rs. 1-40

Published under the auspices of the Southern Languages Book Trust, Madras. The Trust is helped by the Government of India, the South Indian State Governments & Universities and the Ford Foundation.

Third Programme - Tamil - Number Twenty

Translation right into Tamil for this edition is assigned to RADHA PATHIPPAGAM, Madras-17.

Printed at Bharatham Press, Madras - 17.

அணிந்துரை

தென் மொழிகள் புத்தக டிரஸ்ட் வெளியிடும் புதிய தொடர் நூல்களுக்கு அணிந்துரை எழுத வாய்ப்புக் கிடைத்தமைக்குப் பெரிதும் மகிழ்ச்சியடைகிறேன். குறைந்த விலையில் சிறந்த புத்தகங்களை வெளியிட வேண்டும் என்ற நோக்கத்தின் அடிப்படையில் டிரஸ்ட் கடந்த பத்தாண்டு காலமாகத் தென்னக மொழிகளில் உயரிய புத்தகங்களை வெளியிட்டுப் பெரும் சேவை செய்து வருகின்றது. இதுகாறும் தமிழில் மட்டும் நூற்று நாற்பதுக்கு மேற்பட்ட புத்தகங்களை டிரஸ்ட் வெளியிட்டுள்ளது போற்றத்தக்க முன்னேற்றமாகும்.

தனிப்பட்ட வெளியீட்டாளர்கள் யாரும், எந்நிலையிலும், சிறிதும் பாதிக்கப்படா வண்ணம் தென்மொழிகள் புத்தக டிரஸ்டின் வெளியீட்டு முறை அமைந்திருப்பது குறிப்பிடத் தக்கதோர் அம்சமாகும். டிரஸ்ட் வெளியீடுகளில் பெரும்பாலானவை தனிப்பட்ட வெளியீட்டகங்களின் மூலமே வெளியிடப்படுகின்றன.

பிராந்திய மொழிகளில் பல்வேறு வகையான புத்தகங்கள் வெளிவர வேண்டும் என்பது அனைவரும் ஒப்புக்கொள்ளும் விஷயமாகும். பள்ளிகள் அல்லது கல்லூரி மாணவர்களுக்குப் பயன்படக்கூடிய பாடப் புத்தகங்கள் ஒன்றிரண்டு வெளியிட உதவி புரிந்தால் மட்டும் போதாது. மாணவர்களும், மற்றவர்களும் அறிவுத் துறையில் துரித முன்னேற்றம் காணப் பல்வேறு துறைகளைப்பற்றி எழுதப்பெற்ற நூல்கள் நிறையத் தேவை. போதிய அளவு ஆங்கில அறிவு இல்லாதவர்கள்—நம்

மொழிகளிலொன்றில் போதிய பயிற்சியுடையவர்களுக் கேற்பப் பொருத்தமான நூல்களை தென் மொழிகள் புத்தக டிரஸ்ட் தொடர்ந்து வெளியிட்டு வருகின்றது. அறிவுத் துறைகளின் ஒவ்வொரு பகுதியின் அடிப்படைக் கோட்பாடுகளை நன்கு புரிந்து கொள்ளக்கூடிய முறையில் கல்லூரி மாணவர்கட்குப் பெரிதும் உதவும் வகையில், டிரஸ்டின் புத்தகங்கள் அமைந்துள்ளன. இந்நோக்கத்தின் அடிப்படையில் அனுபவ முதிர்ச்சி பெற்ற பேராசிரியர் களைக்கொண்டு புத்தகங்கள் எழுதப்படுகின்றன.

நம் நாட்டு மொழிகளில் ஏதாவதொன்றில் எழுதப் பட்ட நூல்களை மற்றொரு மொழியில் பெயர்த்து மக்க ளிடையே வழங்கும் பணியையும் டிரஸ்ட் குறிப்பிடத் தக்க அளவு செய்து வருகின்றது. கருத்துப் பரிமாற்றமே அறிவு வளர்ச்சிக்கு அடிப்படை. பிராந்தியத்திற்குப் பிராந்தியம் வெளி வேற்றுமைகள் எவ்வளவோ இருந்த போதிலும் ஒரே இந்தியக் கலாச்சாரமாகப் பரிணமிக்க இந்த மொழிபெயர்ப்புகள் பெருந்துணை செய்வனவாகும். குறுகிய மனப்பான்மை கொண்ட தவறான எண்ணங் களைப் பெருமளவில் போக்கவும், உலகின் மற்ற பகுதிகளை நன்கு புரிந்து கொள்ளவும் வெளிநாட்டு மொழி பெயர்ப்பு நூல்கள் பயன்படுகின்றன. இத்தகைய வழி களில் இடையறாது பணியாற்றி வரும் டிரஸ்ட் மேன் மேலும் வளர ஆக்கமும் ஊக்கமும் அளிக்க வேண்டியது அனைவரது கடமையாகும்.

எம். பக்தவத்சலம்
முதலமைச்சர், சென்னை மாநிலம்.

பொருளடக்கம்

ACKNOWLEDGEMENT

An Editorial Board consisting of eminent scientists and teachers was constituted for the purpose of guiding the preparation of manuscripts of the books under the science series. We acknowledge with gratitude the very valuable assistance rendered and hearty co-operation extended by the members.

ஜடத் தன்மை

ஜடத்தன்மை என்பது என்ன?

சோம்பேறிகளுடைய, மரக்கட்டைகளுடைய இயல்பு அது. சோம்பேறி விரைந்து எழுந்து செயல்பட மறுக்கிறுன். எதுவும் செய்யாமல் இருந்தவிடத்திலேயே இருப்பதையே விரும்புகிறுன். மரக்கட்டையும் அப்படித் தான். போட்ட இடத்தில் போட்டபடியே கிடக்கிறது. எனவே மரக்கட்டைபோல மந்தமாக இருக்கிறுயே என்று பிறரைக் கண்டிக்கிறேும்.

சோம்பேறி அப்படியே இருக்கவும் முடியாதல்லவா? எப்போதாவது எழுந்திருக்கத்தானே வேண்டும். துள்ளியெழுந்து அவன் இயங்கத் தொடங்க முடியும். இதில் தான் அவன் மரக்கட்டையிலிருந்து வேறுபடுகிறுன். ஏதோ ஒரு புறச்சக்தி அசையும்படி நிர்ப்பந்திக்கும் வரை மரக்கட்டை அசையாமலே கிடக்கிறது. அதுதான் பொறிகளின் ஜடத் தன்மை. எந்த ஒரு பொருளும், அது தள்ளப்படுவது அல்லது இழுக்கப்படுவது வரை அப்படியே பேசாமல் கிடக்கிறது. அது தாஞகவே நகரத் தொடங்க முடியாது.

ஜடத்தன்மை பற்றிய கருத்தை ஏற்றுக் கொள்ள பெரும்பாலானவர்கள் தயாராக இருப்பார்கள். புற சக்தி ஒன்று நகருமாறு வற்புறுத்திஞலன்றி எதுவுமே நகர்வது இல்லை என்பதே அது. சக்தி வெளிப்படையாகப் புலப்படாத சில சந்தர்ப்பங்களும் உண்டு. நிசப்தமான ஒரு நாளில் மரத்திலிருந்து ஓர் இலை கீழே விழுகிறது. ஏன்? இலை தள்ளப்படுவதால் கீழே விழுகிறது என்பதைக் கண்டறியக் கவனமான ஆராய்ச்சி

தேவைப்படுகிறது; இலை ஏன் விழுகிறது என்று கேட்கிறோமே அதுவே நம் மனத்தில் ஜடத் தன்மை பற்றிய கருத்து உறுதியாக நிலைபெற்றிருப்பதைக் காட்டுகிறது.

ஏதோ ஒன்று அசைவதைக் கண்டால், அதனை அசையச் செய்வது எது என்று வியக்கிறோம். மரம் வளர்கிறது. ஏன்? வளர்ச்சிக்குத் தூண்டும் சக்திகள் யாவை என்பதை ஆராயத் தொடங்குகிறோம். ஆஸ்மாஸிஸ், நுண்புழைக் கவர்ச்சி, உறிஞ்சுதல் போன்றவையெல்லாம் நம் கவனத்துக்கு வருகின்றன. ஒரு இயந்திரம் நகர்கிறது. ஏன்? விரிவடையும் நீராவி, வெடிக்கும் வாயு, அழுத்தப்பட்ட காற்று, சுருள்வில் பிரிதல் போன்றவற்றைப் பற்றியெல்லாம் நினைக்கத் தொடங்குகிறோம்.

ஜடத்தன்மையின் மற்றொரு அம்சம்

ஜடத்தன்மையின், தெளிவாகப் புலப்படாத மற்றோர் அம்சமும் உள்ளது. வேறு ஏதாவது ஒரு சக்தி திசையையோ வேகத்தையோ அல்லது இரண்டையுமோ மாறச் செய்தாலன்றி, நகரும் ஒரு பொருள் அதே வேகத்தில், நேர்க்கோட்டில் நகர்ந்து கொண்டே இருக்கிறது. ஜடத்தன்மை பற்றிய கருத்துக்கு மாறானது போல் தோன்றும் நிகழ்ச்சிகள் நடைபெறுவதை அன்றாடம் நாம் காண்கிறோம். நகரும் பொருள்கள் நின்று விடுவதைக் காண்கிறோம். விளையாட்டு மைதானத்தின் வழுவழுப்பான தரையில் உருண்டுவரும் பந்து, அதனை எறிவதில் திறமையுள்ளவர் எந்த இடத்தில் போய் நிற்க வேண்டுமென்று விரும்புகிறாரோ அந்த இடத்துக்கு அருகில் வந்ததும் நின்று விடுகிறது. வெடிக்கப்பட்ட குண்டு துப்பாக்கியிலிருந்து எவ்வளவு வேகமாகப் புறப்பட்டதோ அந்த சக்தியையெல்லாம் இழந்து தரைக்கு வந்து சேர்கிறது.

நேராகச் செல்வதிலிருந்து தடுக்கும் எதுவும் இல்லாததுபோல் தோன்றும்போதும் பொருள்கள் வளைந்து செல்வதைக் காண்கிறோம். தண்டவாளங்களின் மீதோ அல்லது வேறு ஏதாவது நிர்ப்பந்தம் இருந்தாலோ அன்றி எந்தப் பொருளும் நேர்க்கோட்டில் நகர்வதைக் காணவே முடியாது.

மிகவும் எளிய ஒரு உண்மைக்கு காரணகாரியத்தைக் கண்டறியப் பெரும் முயற்சி தேவைப்பட்டது. இந்த உண்மை பெரும் சிக்கல்களால் சூழப்பட்டது. அதன் காரணமாக இது உண்மையல்ல என்று தோன்றும்படி செய்தது.

வெளிப்படையாகப் புலப்படாத சக்திகளைக் கணக்கில் எடுத்துக் கொள்ள நாம் கற்க வேண்டும். இவற்றுள் சில இயக்கத்தை எதிர்க்கும் சக்திகள். உராய்தல் (Friction) இந்த் சக்திகளில் ஒன்று என்பது நமக்குத் தெரியும். எந்தத் திசையிலும் நகர்வதை உராய்தல் சக்தி தடுக்கிறது என்ற உண்மையை நாம் கணக்கில் எடுத்துக்கொள்ளவேண்டும். மிகவும் மிருதுவான தரையிலும் பந்து நகர்வதை நிற்கும்படி செய்வது பெரும்பாலும் உராய்தல் சக்திதான்.

உராய்தலை அதிகரித்தல்

உறுதியான பிடிப்பு வேண்டுமென்பதற்காக சில சமயங்களில் நாம் உராயும் சக்தியை அதிகரிக்க விரும்புகிறோம். அப்போது வேண்டுமென்றே மேற்புறத்தைச் சொரசொரப்பாகச் செய்கிறோம். சாலைகள் மிகவும் வழுவழுப்பாக இருந்தால் வண்டிகள் போக்குவரத்துக்கு அபாயமானவை. பக்கவாட்டில் நகர்வதைத் தடுக்க உராய்தல் சக்தி அப்போது இராது. எனவே பக்கவாட்டில் சிறிதளவு அசைவு ஏற்பட்டாலும் வண்டி தடம் புரண்டு விடக் கூடும். லண்டனில் பெரும்

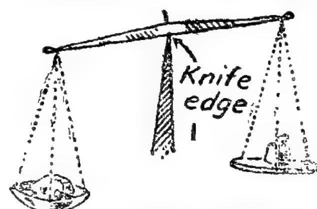
செலவில் போடப்பட்ட சாலையொன்று சிறிதளவு எண்ணெய்ப்பசை பட்டாலும் கூட அபாயம் நேரக் கூடிய விதத்தில் அவ்வளவு வழுவழுப்பாக இருந்தது. சாலையில் வழுக்கி நேர் எதிர்த் திசையில் திரும்பி நின்ற பஸ் ஒன்றில் நான் பிரயாணம் செய்திருக்கிறேன். சாலைகளை வழுவழுப்பாக அமைத்துப் பின்னர் சொர சொரப் பாக்குவதற்காகக் கொத்தி விடுவார்கள். இப்போது ஆரம் பத்திலேயே சொர சொரப்பாக இருக்கும்படியாகப் போட்டு விடுகிறார்கள். காரினுடைய சக்கரங்களில் நல்ல பிடிப்பு ஏற்படுவதற்குப் போதுமான சொர சொரப்பு இருக்குமாறு சாலைப் பொறியாளர் பார்த்துக் கொள்கிறார். காரின் சக்கர டயர்களை உற்பத்தி செய் பவர்கள், சாலையைப் பற்றிக்கொள்ளக் கூடிய விதத்தில் சொர சொரப்புள்ள டயர்களைச் செய்வதில் கவனம் செலுத்துகிறார்கள்.

பிரேக்குகள் வேண்டுமென்றே சொர சொரப்பாகச் செய்யப்படுகின்றன. அப்போதுதான் இயக்கத்தை நன்கு அவை தடுக்க முடியும். சொரசொரப்பான மேற் புறம் வரவரத் தேய்ந்து மழுமழுப்பாகிறது. அப்போது பிரேக்குகள் சரியாகப் பிடிக்காது. கடைசியில் ஒன் றுக்குமே உதவாமலும் போய்விடும். ரயில்வே தண்ட வாளமும் சக்கரங்களும் போதுமான அளவுக்கு சொர சொரப்பாக இருந்தால்தான் சக்கரங்களுக்குத் தண்ட வாளங்கள் மீது நல்ல பிடிப்பு இருக்கும். தண்டவாளத் தின்மீது எண்ணெய் தடவி வழுவழுப்பாகச் செய்து விடலாம். அப்போது சக்கரங்களுக்குப் பிடிப்பு இராது என்ஜின் நின்றுவிடும். சக்கரங்கள் சுழன்று கொண்டே இருக்குமேயன்றி என்ஜின் முன்னேக்கி நகராது. கொஞ்சம் மணலைத் தண்டவாளத்தின் மீது தூவினல் போதுமான சொர சொரப்புக் கிடைத்துவிடும். எண் ணெய்ப்பசை ஏற்படுத்திய விளைவைப் போக்கிவிடும்.

சில சமயங்களில் ஒரு புட்டி அல்லது டப்பியின் இறுக்கமான மூடியை அகற்றுவது கஷ்டமாக இருக்கும். அது மிகவும் வழுவழுப்பாக இருப்பதால், கைகள் வழுக்கி அதற்குப் பிடிப்புக் கிடைப்பதில்லை. இப்போது உராய்வு சக்தியை நாம் துணைக்கு அழைக்கிறோம். மூடியை ஒரு சிறு துண்டு உப்புத் தாளினால் சுற்றி அகற்றுகிறோம் புட்டியும் உருண்டையாக இருந்தால் அதையும் உப்புத் தாள் சுற்றிப் பிடித்துக் கொள்வது நல்லது.

உராய்தலைக் குறைத்தல்

இயங்குவதற்கு எவ்வளவு குறைவான தடை இருக்க முடியுமோ அவ்வாறு இருக்கும்படி செய்வதற்காக சில சமயங்களில் நாம் உராய்தல் சக்தியைக் குறைக்க விரும்புகிறோம். ஜடத் தன்மைக்கு ஒரு வாய்ப்புக் கொடுக்க விரும்புகிறோம். நிரந்தரமாக நகர்ந்து கொண்டே இருக்கும் நிலைக்கு எந்த அளவுக்கு முடியுமோ அந்த அளவுக்கு அருகாமையில் போக விரும்புகிறோம். சில சமயங்களில் கத்தி முனைமீது பொருள்களை நின்றாடுமாறு செய்கிறோம். (படம் 1.) அப்போது மிகச் சிறிய பகுதியே ஒன்றையொன்று தொட்டுக் கொண்டிருக்கிறது. அவற்றினிடையே மிகக் குறைந்த உராய்தல் சக்தியே நிலவுகிறது. சில சமயங்களில் சொரசொரப்பான பகுதிகளைத் தேய்த்து மேற்பரப்பை வழுவழுப்பாகச் செய்து, பள்ளங்களை நிரப்பி மூடுவதற்காக எண்ணெயும் போடுகிறோம். சில சமயங்களில் உராய்தலைக் குறைப்பதற்காக பால் பேரிங்குகளை உபயோகிக்கிறோம். இவ்வளவெல்லாம் நம்மால் செய்ய முடிந்த போதிலும்கூட லேசாகச் சிறிதளவு சொர சொரப்பு



1. கத்தி முனை
படம் 1.

இருக்கவே செய்யும். அது இயங்கும் பொருளைத் தடுத்து நிறுத்திவிடும்.

நடனக் கூடத்தில், கால்கள் எளிதாக வழுக்கிச் செல்லக்கூடிய விதத்தில் இருக்கவேண்டுமென்பதற்காக கூடத்தின் தரையை வழுவழுப்பாகச் செய்கிறோம். ஒரேயடியாக வழுக்கிக் கீழே விழுந்து விடும்படியாக நேராமலும் அது இருக்கவேண்டும். எனவே ஏற்ற விதத்தில் தரையை அமைப்பது ஒரு பிரச்னையாகும். ஆரம்பத்தில் தரை முடிந்த அளவு வழுவழுப்பாக இருக்குமாறு செய்யப்படும். ஏதாவது பள்ளங்கள் இருக்குமானால் மேலே மெழுகு பூசுவதால் அவை நிரப்பப்பட்டு விடுகின்றன. பிறகு நன்றாகத் தேய்த்து, அளவுக்கதிகமாக இருக்கக்கூடிய மெழுகை அகற்றிப் போதுமான அளவுக்கு தரை வழுவழுப்பாக இருக்கும்படியாகச் செய்யப்படுகிறது

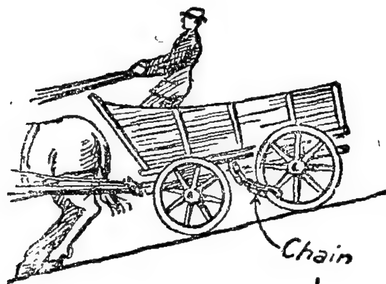
எழுத உபயோகப்படுத்தும் காகிதத்தில் உராய்தலைக் குறைப்பதற்காகக் காகிதம் தயாரிப்பவர்கள் இதே போன்ற ஒரு முறையைக் கையாளுகிறார்கள். மேற்புறம் வழுவழுப்பாகச் செய்யப்படாத காகிதம் மையை உறிஞ்சிக் கொள்ளும். மை தாறுமாறாகப் பரவும். காகிதத்தின் மேற்புறத்திலுள்ள துவாரங்களை நிரப்பி மூடுவதற்கு தயாரிப்பாளர் ஒருபசையை உபயோகிக்கிறார். அது எழுதுவதற்குத் தேவையான வழுவழுப்பான மேற்புறத்தை அளிக்கிறது. அதிகமான உராய்தல் சக்தி இல்லாமல் பேனா காகிதத்தின் மேல் எழுதுகிறது. ஆயினும் மிகவும் வழுவழுப்பாகவும் மேற்புறம் இருந்துவிடக்கூடாது. அத்தகைய காகிதத்தில் பேனா வழுக்கிக் கொண்டு போய் சரியாக எழுதாது. எனவே காகிதத் தயாரிப்பாளருடைய பிரச்னையும் நடன மேடையின் தரையை அமைப்பவருடைய பிரச்னையைப் போன்றதுதான். வழுவழுப்பாக இருக்கவேண்டும்; ஆனால் மிகவும் வழுவழுப்பாக இருக்கக் கூடாது.

புட்டிகளுடைய கண்ணாடி அடைப்பான்கள் வேண்டு மென்றே சொர சொரப்பாக்கப்படுகின்றன. அப்போது அவற்றிற்கு நல்ல பிடிப்பு இருக்கும். புட்டியின் வாயை நன்கு அடைத்துக் கொண்டிருக்கும். சில சமயங்களில் சொர சொரப்பு அதிகமாகப் போய் அடைப்பானை அகற்ற முடியாமல் போய்விடும். உப்புத்தாளை உப யோகித்து வெளிப்புற உராய்தல் சக்தியை அதிகரிப்ப தன் மூலம் அடைப்பானைத் திறப்பது ஒரு வழியாகும். அடைப்பானுக்கும் புட்டிக்குமிடையேயுள்ள உராய்தலை யும் நம்மால் குறைக்க முடியும். அடைப்பான் புட்டி யோடு பொருந்தியிருக்கும் இடத்தில் ஒரு சொட்டு எண் ணெய் விட்டால் போதும். இரண்டுக்கு மிடையிலுள்ள குறுகிய இடத்தில் எண்ணெய் பரவி உராய்தலைக் குறைக் கும். அப்போது அடைப்பானை அகற்றுவதற்கு முடியும்.

உருளும், வழுக்கும் உராய்தல் சக்தி

வழுக்கிச் செல்லும்போது ஏற்படும் சக்தியைவிட உருண்டு செல்லும்போது ஏற்படும் உராய்தல் சக்தி கணிசமான அளவுக்குக் குறைவானதாகும். ஸ்லெட்ஜ் வண்டியை சாய்வான தளத்தில் வழுக்கும்போது ஏற் படும் உராய்தல் சக்தி தடுத்தி நிறுத்த முடியும். ஆனால் உருளும் சக்கரங்களைக் கொண்ட ஒரு வண்டி அதைவிடக் குறைந்த சாய்மானத்தில்கூட நிற்க முடியா மல் உருண்டு கீழே விழுந்துவிடும். ஸ்லெட்ஜுகளும் சறுக்கு வண்டிகளும் வழுக்கும் பனிப்பாதையில் நன்றாகப் போக முடியும். உருளும் சக்கரங்களை யுடைய வண்டி களோ, சக்கரம் பனியில் புதையுண்டு மேற்கொண்டு நகர முடியாமல் போய்விடும். ஆனால் சொர சொரப் பான சாலையில் நிலைமை இதற்கு நேர்மாறானது. வழுக் கும்போது உண்டாகும் உராய்வினால் ஸ்லெட்ஜ் தடுத்து நிறுத்தப்படும். ஆனால் சக்கர வண்டியின், உருளும்போது உள்ள உராய்வு சக்தி புலப்படும் அளவுக்கு இராது.

வேகமான இயக்கம் தேவைப்படும்போது அதற்கு உருளும் சக்கரங்களைக் கொண்ட வண்டிகளையே நாம் பயன்படுத்துகிறோம். இயக்கம் மெதுவாக இருக்க வேண்டும் என்று விரும்பும் போது சில சமயங்களில் நாம் வழுக்கும்போது உண்டாகும் சக்தியைப் பயன் படுத்துகிறோம். சாய்வான குன்றின் மேலிருந்து கீழே இறங்கும்போது வண்டியின் ஒரு சக்கரத்தில் சங்கிலியை மாட்டி அதை 'பிரேக்' போலப் பயன்படுத்துவது வழக்கம். அப்போது சக்கரம் சுழலாது. பாதை வழியே இழுத்துச் செல் லப்படும் (படம் 2). இவ்வாறு செய்வது பயனுள்ள தடுப்பு முறையாகும். ஆனால் இதில் ஒரு தீங்கும் உள்ளது. சக் கரத்தின் டயர் இதனால் மிகவும் தேய்ந்து போகும்.



1. சங்கிலி
படம் 2.

காற்றின் தடுப்பு சக்தி

இயக்கத்தைத் தடுக்கும் மற்றொரு சக்தி காற்று. உராய்தல் சக்தியைப் போன்றதே இதுவும். இயங்கும் பொருள்களின்மீது காற்றுத் துகள்கள் உராய்வதால் உண்டாகும் ஒருவித்த் தடுப்பாற்றல்தான் இது. அசைக்கப்படும் காற்றின் ஒவ்வொரு துகளும், அதை அசைக்கும் பொருளிலிருந்து சிறிதளவு சக்தியை எடுத்துக் கொள்கிறது. கொஞ்சங் கொஞ்சமாகக் காற்று இயங்கும் பொருளுடைய சக்தியைப் பறித்துக்கொண்டு விடுகிறது. இறுதியில் அப்பொருள் தன் சக்தியை இழந்து நின்று விடுகிறது.

நகரும் பொருளுக்கு மற்றொரு சக்தி, அதிகப்படி யான இயக்க ஆற்றலை அளிக்கவும் கூடும். இயங்குவதற்

கான அந்த ஆற்றல் பற்றித்தான் இப்போது பார்க்கப் போகிறோம். உதாரணமாக ஒரு பொருள் விழுந்து கொண்டிருக்கும் போது அப்பொருளுடைய எடையே அதற்கு வேண்டிய ஆற்றலை அளிக்கிறது. காற்றின் தடுப் பாற்றல் அதன் சக்தியைப் பறித்துக் கொள்கிறது. விழு கின்ற பொருளின் வேகம் அதிகமாகும் போது காற்றின் தடுப்பாற்றலும் அதிகமாகின்றது. பொருளின் எடை அதன் ஆற்றலை அதிகரிக்கும் அளவுக்கேற்ப அந்த ஆற் றலை காற்றின் தடுப்பு சக்தி பறித்துவிடும் கட்டம் ஏற் பட்டு விடுகிறது. அப்போது இரு சக்திகளும் சமநிலை யடைந்து பொருள் மேலும் தானடைந்த வேகத்துடன் விழுந்து கொண்டே இருக்கிறது. அதை வேகப்படுத் தவோ, தடுக்கவோ எதுவுமில்லை.

விழுகின்ற பொருள் அதற்குமேல் அடைய முடியாத நிலையான வேகம்தான் முடிவிட நேர் வேகம் (Terminal velocity) ஆகும்.

நீரின் தடுப்பாற்றல்

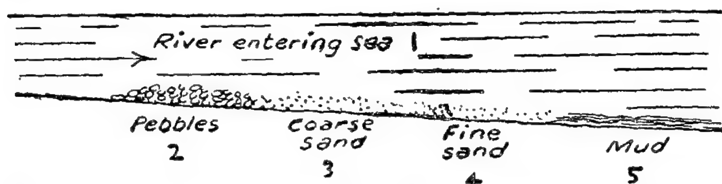
தன்மீது நகரும் பொருள்களுக்கு நீரும் இதே போன்ற தடையை ஏற்படுத்துகிறது. காற்றின் தடுப் பாற்றலை விட இது மிகவும் அதிகமாகும். ஏனெனில் எதிர்ப்படும் நீரை விலக்குவதற்கு அதிக அளவு சக்தி செலவாகிறது. நீர், காற்றைவிடக் கனமானது. காற் றைப்போல அழுத்தப்படக்கூடியது மல்ல. இந்த இரு காரணங்களினால்தான் எதிர்ப்படும் நீரை அப்புறப் படுத்துவதற்கு அதிக அளவு சக்தி தேவைப்படுகிறது. எனவே நீருக்குள்ளே விழும் பொருளின் முடிவிட நேர் வேகம் மிகவும் குறைவு.

நீர் பொருள்களைப் பிரிப்பது எப்படி?

ஒரு ஜாடியிலுள்ள நீரில் சிறிதளவு மணல், சிறு கற்கள், களிமண் ஆகியவற்றைப் போடுவதாக வைத்துக்

கொள்வோம். ஒரு குச்சியைவிட்டு நன்ருகக் கலக்கி விட்டு என்ன நேருகிறதென்று கவனிப்போம். இதர பொருள்களுடன் ஒப்பிடும்போது கற்களுடைய முடிவிட நேர்வேகம் அதிகமாகும். எனவே அவை விரைவில் அடியில் சென்று தங்குகின்றன. மணல் துகள்கள் கற்களை விட மிகவும் சிறியவை. அவற்றின் எடையுடன் ஒப்பிடும் போது மேற்பரப்பு அதிகமாகும். எனவே அதன் முடிவிட நேர்வேகம் மிகவும் குறைவாக உள்ளது. அதனுல் மணல் கற்களின் மீது ஒரு அடுக்காகப் படிகிறது. களிமண்ணின் துகள்கள், மணலின் துகள்களைவிடச் சன்னமானவை. அதே எடையுள்ள மணலின் மேற்பரப்பைவிட மண்ணின் பரப்பு அதிகம். அதன் முடிவிட நேர்வேகமும் குறைவு. மண் துகள்கள் படிவதற்கு சிலமணி நேரம்கூட ஆகலாம். இது எல்லாவற்றுக்கும் மேல் ஒரு அடுக்காக அமையும். மிக எளிதில் குலேந்துவிடக் கூடியதாக இது இருக்கும்.

இதே விதத்தில்தான் ஆறுகள் கொணர்ந்து சேர்க்கும் கற்களையும், மணலையும், மண்ணையும் கடல் பிரிக்கிறது. (படம். 3) கடல் நீர், மேற்புறத்திலும்,



1. ஆறு கடலில்புகுதல். 2. கற்கள். 3. மணல். 4. பொடிமணல். 5. மண்.

படம் 3.

நீரோட்டம் உள்ள சில இடங்களிலும் தவிர மற்ற இடங்களில் அசைவின்றியே இருக்கிறது. ஆறு எல்லாவிதமான பொருள்களையும் கொண்டு வருகிறது. அது கடலை அடைந்ததும் கற்களை விரைவில் கீழே விட்டு விடுகிறது. மணல் துகள்கள் சற்று மெதுவாக விழுகின்றன. கீழே

படியுமுன்பு மேலும் சிறிது தூரம் அவை எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றன. மேலும் மெதுவாக மண் துகள்கள் படிவதால் அவை இன்னும் சற்று தூரம் அப்பால் கொண்டு செல்லப்படுகின்றன. எனவே பல்வேறு பொருள்களும் தனித்தனியே பிரிக்கப்பட்டு கற்கள், மணல், மண் அடுக்குகளாகப் படிகின்றன.

திடப்பொருள்களின் தடை

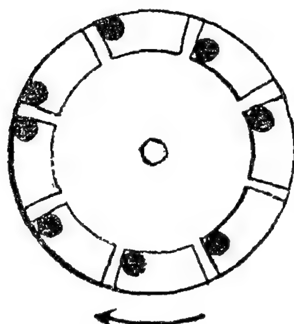
திடப்பொருள்களும் தம்மை ஊடுருவிச் செல்ல முயலும் எதற்கும் இதேவிதமான தடையை உண்டாக்குகின்றன. தடையின் அளவு அதிகமாகவும், முடிவிட நேர்வேகம் எப்போதும் இல்லாமலும் இருக்கும். ஒரு துப்பாக்கி ரவை ஒரு இலக்கைத் தாக்குகிறது. சில அங்குல தூரம் அது ஊடுருவிச் செல்லலாம். பின்னர் அது மேலே போக முடியாமல் நின்றுவிடும். வேகம் இரண்டங்குல தூரம் போவதற்குள் விஞடிக்கு 1200 அடியிலிருந்து பூஜ்யமாகக் குறைந்துவிடலாம். சராசரி வேகம் விஞடிக்கு 600 அடி இருக்கலாம். எனவே துப்பாக்கி ரவை $\frac{1}{600\times6}$ அல்லது $\frac{1}{3600}$ விஞடியில் இரண்டங்குலம் நகர்கிறது. விஞடியின் இந்த மிக நுண்ணிய பின்ன கால அளவில் ரவை நிறுத்தப்படுகிறது.

எறி பொருள்களைத் தயாரிப்பவர்களுக்கும், கவசங்களைத் தயாரிப்பவர்களுக்கு மிடையே எப்போதும் போராட்டம் இருந்து வந்திருக்கிறது. எறிபொருள் தயாரிப்பவர், உயர்ந்த அளவுக்கு ஊடுருவிச் செல்லும் சக்தியுள்ளதாக ரவைகளைத் தயாரிக்க முயல்கிறுர். அவைகளுக்கு கூர்மையான முகப்பும் அதிக அளவு நேர்வேகமும் இருக்குமாறு செய்கிறுர். கவசம் தயாரிப்பவர் உறுதியான எஃகு கலப்பு உலோகங்களைப் பயன்படுத்தி, போதுமான அளவுக்கு கனமாக இருக்குமாறு செய்கிறுர். ரவை

கவசத்தில் பட்டுத் தெறிக்கும் விதத்தில் வளைவான அமைப்பில் அது இருக்குமாறு செய்கிறார். இவற்றில் எத்தனையோ விதமான மாற்றங்கள் இருந்த போதிலும் பிரச்னை அதுவேதான். ஊடுருவும் சக்தி—தடுப்பாற்றல் இதுவே பிரச்னை.

நிரந்தர இயக்கம்

நிரந்தரமான இயக்கம் இருக்கும்படியாக ஏதாவது ஒரு வழியைக் காணப் பலர் முயன்று தோல்வி கண்டிருக்கிறார்கள். தொடக்கத்தில் ஒரு சக்தியைப் பிரயோகித்து இயந்திரத்தை இயக்கிவிட்ட பின்னர், புறச்சக்தி எதுவுமின்றி தொடர்ந்து, அந்த இயக்கம் காலவரையறையின்றி நிகழுமாறு செய்ய முடியுமா என்று பார்ப்பதே அவர்கள் முயற்சியாகும். அத்தகைய ஒரு இயந்திரத்துக்கு ஏதோ ஒரு விதமான சுழலும் சக்தி இருக்க வேண்டும். இயங்கும் பகுதிகள் நேர்க்கோட்டில் தொடர்ந்து இயங்க முடியாது. இயங்கும் பகுதிகள் ஒன்றையொன்று சமநிலைப்படுத்திக் கொள்ளும் விதத்தில் புதிய பொறிகளைச் செய்பவர்கள் அவற்றை அமைத்த போதிலும் சம சலன சக்கரம் (Flywheel) இதற்குச் சரியானஎடுத்துக்காட்டாகும். (படம். 4) சிறிய முளையுள்ள கம்பிகள் அல்லது முண்டுகள் மேலே முன்புறம் விழுந்து சக்கரத்தின் முன்புறத்தைக் கீழே கொண்டு செல்லலாம். இப்போது சக்கரத்தின் சுழற்சி அவற்றை மேலே பின்புறம் நோக்கி எடுத்துச் செல்லும்.



படம் 4.

ஆனால் இத்தகைய இயந்திரங்கள் எல்லாம் நடைமுறையில் சாத்தியமில்லாதவை. இயந்திரத்தை இயக்

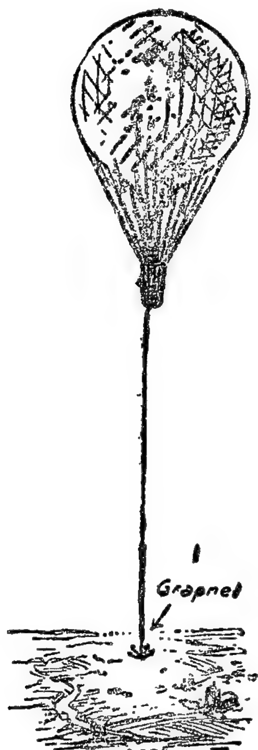
கும்போது அதன் சக்கரத்துக்கு ஒரு சக்தியை வழங்கு கிறோம். அது சக்கரத்தைச் சுழலச் செய்கிறது. உராய் தலிலும் காற்றின் தடுப்பாற்றலிலும் அந்தச்சக்தி கொஞ் சங்கொஞ்சமாகச் செலவாகி விடுகிறது. கத்திமுனை, பால்பேரிங்குகள், எண்ணெய்ப்பசை போன்றவற்றை உபயோகித்து உராய்தல் சக்தியைக் குறைக்கும் வழி நமக்குத் தெரியும். சக்கரம் சுழலும் அறையிலிருந்து காற்றை அகற்றுவதன் மூலம் நாம் காற்றின் தடுப்பாற் றலையும் குறைக்க முடியும். ஆனால் கொஞ்சம் உராய்தல் சக்தியாவது அப்போதும் இருக்கவே செய்யும். காற்றும் சிறிதளவாவது இருக்கும். இயங்கும் பகுதிகள் தேய்வதும் இருந்து கொண்டுதான் இருக்கும். சில மாதங்களுக்கோ அல்லது வருடங்களுக்கோ நிற்காமல் ஓடக்கூடிய பொறியை அமைப்பது வேண்டுமானாலும் சாத்தியமாக இருக்கலாம். ஆயினும் அப்பொறி சேமிப்பிலுள்ள சக்தியை இழந்து நின்றுவிடுவது தவிர்க்க முடியாதது.

நிரந்தரமாக இயங்கும் ஒரு பொறியையே செய்து விட்டாலும்கூட நடைமுறையில் அதற்கு முக்கியத்துவம் இராது. ஏனெனில் நிரந்தரமாக இயங்குவதாக இல்லா மல் இருந்தாலன்றி அது ஆற்றலை வழங்க முடியாது. அது வழங்கக்கூடிய ஒரே சக்தி நாம் அதனுள் சேமித்து வைத்த சக்தியைத்தான்.

சுழலும் பலூன்கள்

நிரந்த்ர இயக்கத்துக்கு கிட்டத்தட்ட நெருக்கமான ஒரே சாதனை மிகவும் குழப்பம் தருவதாக இருந்தது விந்தையேயாகும். மேலே செல்வதற்குக் கோள வடிவில் அமைந்த பலூன்களை உபயோகித்த காலத்தில் அது நிகழ்ந்தது. பலூனை உயரக் கிளப்பியவர்கள் எவ்வளவு முயன்றும் அவற்றை ஒழுங்காக இயங்கும்படி செய்ய முடியவில்லை. பலூன் ஏதோ ஒருவிதமாக இழுக்கப்

பட்டும் தள்ளப்பட்டும் வந்ததால் அது சுழலத் தொடங்கியது. காற்றிலே இருக்கும்போது சுழன்றதால் அதில் பறந்தவர்களுக்கு எந்தத் திசையில் பலூன் போகிறது என்பதையே அறிய முடியாமல் இருந்தது. அதனையறிவதற்கிருந்த ஒரே வழி நூறு அடிக்கும் கீழே தொங்கிக் கொண்டிருக்கும் சிறு நங்கூரத்தைப் பார்த்து அது எப்படி நகருகிறது என்று தீர்மானிப்பதுதான். (படம். 5.)



1. சிறு நங்கூரம்
படம் 5.

சுழலும் பலூன் ஒரு விசித்திரமான பொருள். ஏனெனில் அதன் சுழற்சியைத் தடுக்கும் ஒரே சக்தி பலூனுக்கும் காற்றுக்குமிடையேயுள்ள உராய்தல்தான். பலூன் மிகவும் மெதுவாகச் சுழன்று கொண்டிருந்ததால் இந்த உராய்தல் சக்தி மிகக்குறைவாக இருந்தது. எதிர்த் திசையில் பெரிய லேசான துடுப்புகளை அமைத்து சுழற்சியைத் தடுத்திருக்கலாம். ஆனால் யாரும் இதைச் செய்ததாகத் தெரியவில்லை.

எடையும் இயக்கமும்

இயக்கத்தைத் தடுக்கும் சக்திகளுடன் அதன் திசையையும் அளவையும் மாற்றும் சக்திகளும் உள்ளன. இவற்றுள் நாம் எளிதில் தவிர்க்க முடியாத ஒன்று எடை. எத்தகைய நேர் வேகத்துடன் ஒரு பந்தை நாம் எறிந்த போதிலும் அல்லது துப்பாக்கி ரவையை சுட்ட போதிலும், எறியப்பட்ட பொருளின் எடை அதை கீழே

நோக்கிச் செல்ல வைக்கிறது. அதன் நேர்ப்பாதையை வளைவாக மாற்றி வேகத்தையும் மாற்றுகிறது.

சூரியனுடைய ஈர்க்கும் சக்தி பூமியையும் இதர கோள்களையும் முட்டை வடிவான பாதையில் இருக்குமாறு செய்கிறது. பிரபஞ்சத்திலுள்ள ஒவ்வொரு துகளும் இதர எல்லா துகள்களையும் கவர்வதாக நியூடன் கூறினர். தாமறிந்து நிரூபித்ததை விரிவுபடுத்தி தாம் அறியாததையும், நிரூபிக்க முடியாத்தையும் இவ்வாறு அவர் கூறினர் ஒவ்வொரு துகளும் அதன் மீது செயல்படும் ஏராளமான சக்திகளைக் கொண்டிருக்கிறது என்ற முடிவுக்கு வருமாறு இது செய்கிறது.

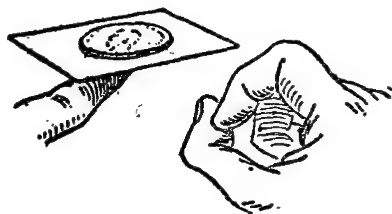
நேர்க்கோட்டில் ஒரே சீரான நிரந்தரமான இயக்கம் இருக்க வேண்டுமென நாம் விரும்பினல் வேறெதுவுமே இல்லாத் பிரபஞ்சத்தில் இருக்கும் ஒரே ஒரு துகளைப் பற்றி மட்டுமே நாம் நினைக்க வேண்டியிருக்கும். அப்போது இயக்கத்துக்கு எவ்வித அர்த்தமும் இராது. ஏனெனில் அதனுடன் ஒப்பிட்டுக்கூற அப்போது எதுவுமே இராது.

ஜடத்தன்மை என்ற ஒன்று இருக்கிறது என்பதை நாம் நினைவுபடுத்திக்கொள்ளவேண்டிய எல்லாவிதமான சந்தர்ப்பங்களும் இருக்கத்தான் செய்கின்றன. ஏதாவது ஒரு சக்தி நம்மை இயக்கினலன்றி நாம் இருந்த இடத்திலேயே இருப்போம்; நிறுத்துவதற்கு ஏதாவது ஒரு சக்தி இருந்தாலன்றி நாம் நகர்ந்து கொண்டே இருப்போம். நமது போக்கையோ வேகத்தையோ மாற்றக் கூடிய ஒரு சக்தி இருந்தாலன்றி நாம் நேர்க்கோட்டில் ஒரே சீரான வேகத்தில் போய்க்கொண்டே இருப்போம் என்பதையும் நாம் நினைவில் கொள்ள வேண்டும்.

காசும் அட்டையும்

இந்த ஜடத்தன்மையைப் பயன்படுத்தி செய்யப் படும் தந்திர விளையாட்டுக்கள் பல. இவற்றுள் சிறந்த

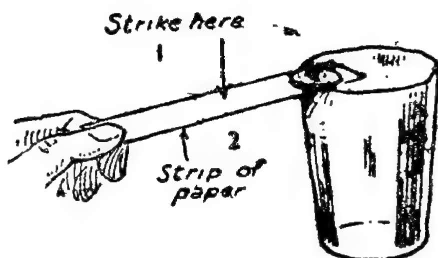
விளையாட்டு ஒன்றுக்கு ஒரு காசும் அட்டையும் தேவை. (படம். 6) ஒரு விரலை நீட்டி; அதில் அட்டையை சம நிலையில் வைத்துக் கொள்கிறோம். அட்டையின் மீது காசை வைக்கிறோம். காசை எடுக்காமல் அட்டையை எடுக்க வேண்டும். இதுதான் தந்திரம். முதலில் பார்க்கும்போது இது இயலாத காரியமாகத் தோன்றும். அட்டையை மிகவும் மெதுவாக நகர்த்திப் பார்க்கிறோம். எவ்வளவுதான் ஜாக்கிரதையாக முயன்றாலும் காசும் அதன்கூடவே நகர்வதைக் காண்போம். இந்த முறையே தவறு. காசுக்கும் அட்டைக்குமிடையே ஒன்று மற்றதுடன் சேர்ந்து நகரும் அளவுக்கு உராய்தல் சக்தி உள்ளது; மற்றொரு முறையைக் கையாண்டு பார்ப்போம். மற்றொரு கை விரலால் அட்டையை வேகமாகச் சுண்டி விடுவோம். வியப்பூட்டும் விதத்தில் அட்டை அப்பால் போய் விழுந்து விடும். காசு விரல் மீதே இருக்கும். அட்டை சுண்டியெறியப்படும் வேகம் மிகவும் துரிதமாக இருப்பதால் காசினுடைய ஜடத்தன்மை நீங்குமுன் அது அப்பால் போய் விழுகிறது.



படம் 6.

மற்றொரு தந்திரம்

இதுபோன்ற மற்றொரு தந்திரமும் செய்யலாம். ஒரு கண்ணாடி தம்ளரின் விளிம்பில் காகிதத் துண்டின் மீது காசு சமநிலையில் இருக்கும்படியாக வைக்கவும். (படம். 7) காசை அப்புறப் படுத்தாமல் காகிதத் துண்டை அகற்ற வேண்டும். ஆனால் காகிதத்தை லேசாக அசைத்தாலும்கூட காசு நிலை பெயர்ந்துவிடும். ஆயினும் இதைவிட சிறந்த முறை ஒன்று உண்டு. சட்-

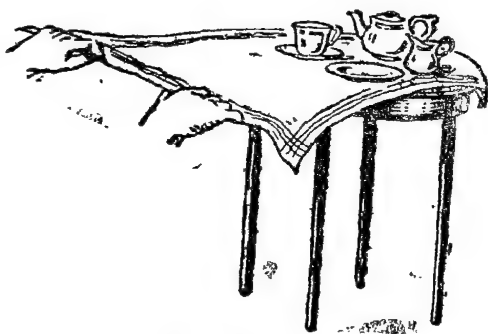


1. தட்டவேண்டிய இடம்.
2. காகிதத் துண்டு.
படம் 7.

டென்று வேகமாகக் காகிதத்தை இழுத்தால் போதும். இதைவிடச் சிறந்த வழி காகிதத்தை நேராகப் பிடித்துக் கொண்டு மற்ருெரு கை விரலால் ஓங்கியடிப்பதாகும். காகிதம் வெளியே வருவதற்கு அவசியமான வேகத்தை இது அளிக்கும்.

மேஜை விரிப்பை அகற்றுதல்

இதே விதமான ஆனல் இதைவிடக் கடினமான மற்ருெரு தந்திரத்தை இப்போது பார்ப்போம். தேநீர் அருந்தும் கோப்பைகள் வைக்கப்பட்ட ஒரு சிறு மேஜை உள்ளது. அவை அப்படியே இருக்க விரிப்புத் துணியை மட்டும் அகற்ற வேண்டும். (படம். 8) உராய்தல் சக்தியின் விளைவை நாம் போக்கவேண்டும். எனவே அது எவ்வளவு குறைவாக இருக்கும்படி செய்ய முடியுமோ அவ்வாறு செய்வதிலிருந்து தொடங்குகிருேம். வழுவழுப்பான மேஜையையும் வழுவழுப்பான விரிப்பையும் உபயோகிக்கிருேம். தேநீர்க் கோப்பைகளின் அடிப்பாக



பயம் 8.

மும் வழுவழுப்பாக இருக்கவேண்டும். துணியின் ஒரு பக்கத்தின் மத்தியில் இரு கைகளாலும் உறுதியாகப் பிடித்துக் கொள்கிறோம். விரல்களை அகலமாக விரித்து எவ்வளவுக்கு அதிகமான அளவு துணியைப் பற்றிக் கொள்ள முடியுமோ அவ்வளவுக்கு பிடித்துக் கொள் கிறோம். துணி கிடைக்கோட்டில் இருக்கும் படியாகத் திடீரென்று பெரு வேகத்துடன் துணியை இழுக்கிறோம். இதில் தடுமாற்றமே கூடாது. துணி வேகமாக இழுக்கப் படவேண்டும். இதைச் செய்கிறவர் என்ன நேருமோ என்று தயங்கினால் ஏதாவது கோளாறு ஏற்பட்டுவிடும்.

இத்தந்திரத்தைப் பயில்வதற்கு முதலில் மேஜைமீது எளிதில் உடையாத பொருள்களை வைத்துச் செய்து பார்த்துப் பழகுவது நல்லது. நன்கு கை பழகி, நிச்சய மாகச் செய்யமுடியும் என்ற நம்பிக்கை ஏற்படும்வரை விஷப் பரீட்சை செய்வது நல்லதல்ல. இதில் மிகவும் கடினமான செயல் கிடைக்கோட்டில் துணி விரிப்பை வேகமாக இழுப்பதுதான். முதலில் மேஜை விரிப்பை மட்டும் இம்மாதிரி இழுத்துப் பழகவும். பிறகு மத்தியில் ஒரே ஒரு கோப்பையை வைத்துச் செய்து பார்க்கவும். படிப்படியாக ஒவ்வொன்றைக் கூட்டிக் கொண்டு போகலாம்.

ஒரு கண்ணாடி ஜன்னலை லேசாக அடித்தால் அது தூள் தூளாக நொறுங்கி விடுகிறது. ஆனால் அதில் பாயும் துப்பாக்கி ரவை சுத்தமான ஒரே ஒரு துளையை மட்டும் செய்துவிட்டுப் போகிறது. இது ஏன் என்பதை மேலே சொன்ன தந்திரங்கள் விளக்குகின்றன. காரணம் இதுதான். வேகமாகப் பாய்ந்துவரும் ரவை, ஒருவினாடி யின் மிகக் குறைந்த பின்ன காலத்துக்குள் கண்ணாடி யைத் துளைத்துக் கொண்டு போய்விடுகிறது. கண்ணாடி யின் இதர பகுதிகளுடைய ஜடத்தன்மை இதனால் குலைந்து போய்விடுவது இல்லை.

19

கிரிக்கெட் பந்தின் ஜடத்தன்மை

நாம் கிரிக்கெட் விளையாடும்போது பந்தினுடைய ஜடத்தன்மையை நினைவுபடுத்திக் கொள்ளவேண்டும். பந்துக்கு கணிசமான வேகம் அளிப்பதற்காக அதனை எறிபவர் கையைச் சுழற்றி எறிகிறார். அவருடைய விரல்கள் பந்தைச் சுழற்றி விடலாம். பந்தைக் கையிலிருந்து விடுவித்ததும் எறிந்தவர் அதற்கு அளித்த வேகத்துடன் பந்து தொடர்ந்து முன்னோக்கிச் செல்கிறது. அதன் எடையின் காரணமாக அது விழவும் செய்கிறது. காற்றின் தடை, தரையின் உராய்வு சக்தி, மட்டையின் தடுப்பு போன்ற எல்லாவற்றையும் சமாளிப்பதில் தன்னுடைய வேகத்தை இழந்து விடும்வரை பந்து போய்க் கொண்டேயிருக்கிறது. பந்து மட்டையினால் அடிக்கப் படும்போது பந்து, மட்டை ஆகிய இரண்டுமே அழுத்தப் படுகின்றன. மீள்தன்மை யுள்ளதாக இருப்பதால் இரண்டும் விரைவில் தம் சுய உருவையடைந்து விடுகின்றன. பந்து துள்ளிக் கிளம்புகிறது. பந்து எம்பும் வேகத்துடன் மட்டையால் அடித்தவர், அடித்த வேகமும் சேர்ந்து கொள்கிறது. வேகமாகப் பறந்து வரும் பந்தை பிடிப்பதில் திறமையில்லாதவர் பிடித்தால் அவர் கையில் அடிபடும். பந்தினுடைய ஜடத் தன்மையை மறந்து அதன் பாய்ந்துவரும் வேகத்தைத் விரைவில் பறித்துவிட நினைப்பதால் கையில் அடிபடுகிறது, திறமையுள்ளவர் பந்தைப் பிடித்த கையை அப்படியே பின்னுக்குக் கொண்டுபோய் படிப்படியாக பந்தின் வேகம் குறையும் படி செய்கிறார். அதனால் கையில் அடிபடுவது இல்லை. தாக்கும் நேரத்தை வினாடியில் நூறில் ஒரு பங்கு நேரத்திலிருந்து வினாடியில் பத்தில் ஒரு பங்கு நேரமாக அதிகரிப்பது அழுத்தத்தைப் பத்தில் ஒரு பங்காகக் குறைக்கிறது. கை தாங்கக் கூடிய தாக்குதலுக்கு இந்த் வேறுபாடு மிகப் பெரியதுதான்.

ஓடும் ரயிலில்

மோட்டார் கார், ரயில் போன்ற வேகமாக இயங்கும் வண்டிகளைப் பற்றி ஆராயும்போது ஜடத்தன்மை பற்றிய தெளிவான கருத்து இருப்பது நல்லது. நாம் ரயிலில் பிரயாணம் செய்யும்போது ரயிலுடன் நாமும் இயங்குகிறோம். இது ஒருவேளை மணிக்கு நாற்பது மைல் வேகம் இருக்கலாம். நமக்காகப் புறச்சக்தி ஒன்று மாற்றினாலன்றி நாம் தொடர்ந்து அதே வேகத்தில் போய்க் கொண்டிருப்போம். ரயில் நகரத் தொடங்கும்போது என்ஜின் இருக்கும் திசையில் பின்புறமிருந்து ஓர் அழுத்தம் ஏற்படுவதை நாம் உணர்கிறோம். என்ஜினுடைய வேகம் அதிகரிப்பதற்கேற்ப இந்த அழுத்தமும் அதிகமாகிறது. இரண்டும் ஒரே நிலையை அடைந்த பின்னர் அதனை நாம் உணர்வது இல்லை. என்ஜின் வேகத்தைக் குறைத்துக்கொண்டு வரும்போது முன்னோக்கித் தள்ளப் படுவதுபோல் உணர்கிறோம். ஏனெனில் நாம் இன்னும் அதிக வேகத்தில் போய்க்கொண்டிருக்கிறோம். என்ஜினுடைய வேகம் படிப்படியாகக் குறைந்துகொண்டு வந்தால் அந்த மாறுதலுக்கேற்ப நம்மை சரி செய்து கொள்ளப் போதிய அவகாசம் இருக்கும். நமது வேகத்தைக் குறைத்துக்கொள்ளப் போதுமான அழுத்தம் உண்டாக்க வேண்டிய அளவுக்கு நாம் உட்கார்ந்திருக்கும் ஆசனப்பலகைக்கும் நமது உடைக்குமிடையே உராய்தல் சக்தி இருக்கிறது. உறுதியாகவும் வழுவழுப்பாகவும் உள்ள ஆசனங்கள் சௌகரியக் குறைவானவை. அவ்வாறு அமைத்தவர்களுக்கு விஞ்ஞான அறிவு இல்லாத்தையே இது காட்டுகிறது. ரயில் திடீரென்று நிற்கும் போது விரல் மீது இருந்த அட்டை சுண்டி எறியப்பட்ட நிலையில் நாம் இருக்கிறோம். உராய்வு சக்தி இயக்கத்தைத் தடுக்கு முன்பு நமது ஜடத்தன்மை நம்மை முன்னோக்கிக் கொண்டு செல்கிறது.

வேகமாக ஓடும் ஒரு ரயில் சில சமயங்களில் மற்றொன்றுடன் மோதிக் கொள்வதுண்டு. பல்வேறு தடைகளையும் மீறுவதில் சக்தியனைத்தும் செலவழிந்து போகிற வரையில் அந்த ரயிலின் பெட்டிகளும் அதிலுள்ள மற்றவைகளும் அதே வேகத்தில் தொடர்ந்து முன்னே செல்லும். இத்தகைய நிலையில்தான் பெட்டிகள் ஒன்றுக்குள் ஒன்று செருகிக் கொள்கின்றன.

ரயிலிலிருந்து இறங்குதல்

ஓடும் பஸ்ஸிலிருந்து அல்லது ரயிலிலிருந்து இறங்குவதால் ஏற்படக்கூடிய அபாயங்களைப்பற்றி தொடர்ந்து நாம் எச்சரிக்கப்பட்டு வருகிறோம். அபாயம் ஏற்படுவது நம்முடைய ஜடத் தன்மையினால்தான். முட்டாள்தனமாக நாம் ஓடும் ரயிலிலிருந்து இறங்கும் போது நமது கால்கள் தரையுடன் ஏற்படும் உராய்தல் சக்தியினால் நிற்கின்றன. கால்களுக்கு அதனால் கேடு ஒன்றும் இல்லை. ஆனால் தலையும் உடலும் ரயிலின் வேகத்துக்கேற்ப முன்னோக்கிச் சென்று கொண்டிருக்கின்றன. சற்றுப் பின்னோக்கிச் சாய்ந்தவாறு ரயிலுடன் சிறிது தூரம் ஓடி நிலைமையை சமாளிக்கலாம். ஆனால் அது ரயிலின் வேகத்துக்கேற்ப இல்லாவிட்டால் குப்புற அடித்துக் கீழே விழுந்து விடுவோம். இதைவிட முட்டாள்தனமானது என்னவென்றால் ரயிலின் பின்புறம் திரும்பியவாறு குதிப்பதாகும். (படம் 9.) நம்முடைய முட்டாள் தனத்துக்கு உடனே தண்டனை கிடைத்துவிடும். மண்டை நொறுங்குவதுதான் அது.



1 ரயில் போகும் திசை

படம் 9.

பஸ்ஸிற்கு முன் கீழே குதித்து அடிபட்ட ஒருவரைப் பார்த்து இன்னொருவர் ஒருமுறை இவ்வாறு கேட்டார்: "பத்து வினாடி நேரத்தை மிச்சப்படுத்தியிருந்தால் அந் நேரத்தில் என்ன செய்திருப்பீர்கள்?"

அன்றாட வாழ்வில்

எல்லாவித்மான அன்றாடக் காரியங்களிலும் ஜடத் தன்மைக் கொள்கையை நாம் பயன்படுத்துகிறோம்.

பறவைகளுக்கு உணவு போடும்போது உணவு உள்ள தட்டை முன்னோக்கி வீசிப் பின்னுக்கு இழுத்துக் கொள்கிறோம். நாம் கொடுத்த வேகத்துடன் உணவுத் துண்டுகள் முன்னோக்கிச் சென்று பின்னர் தரையில் வந்து தங்குகின்றன.

தூசி தட்டும் துணியிலிருந்து ஒரு பெண் தூசியை அப்புறப்படுத்த விரும்புகிறாள். துணியை விரித்து வேக மாக உதறும்போது அதில் படிந்திருந்த தூசி விலகி நக ரத் தொடங்குகிறது. அவள் புத்திசாலியாக இருந்தால் காற்று தூசியை அப்பால் அடித்துக்கொண்டு போய் விடக் கூடிய விதத்தில் உதறுவாள். தூசுத் துகள்கள் மிகவும் நுண்ணியதாக இருப்பதால் அது மெல்ல விழுந்து தரையில் படிகிறது. கம்பளத்தை அடித்துத் தட்டும் போது அதில் படிந்துள்ள தூசு விடுபட்டு முன்னோக்கி விழுகிறது.

காலணிமீது படிந்துள்ள உறைபனியையும் ஏதாவது ஒன்றின்மீது தட்டி அப்புறப்படுத்துகிறோம். அப்போது காலணியின் இயக்கம் நின்று விட்டபோதிலும் உறைபனி தொடர்ந்து முன்னோக்கிச் சென்று காலணியிலிருந்து அகலுகிறது. புட்டியிலிருந்து தலைக்குத் தடவும் 'கிரீமை' எடுக்க புட்டியை தலைகீழாகக் கைமீது தட்டு கிறோம். கையில் படுவதால் புட்டியின் இயக்கம் தடைப் படுகிறது. ஆனால் கிரீம் தொடர்ந்து கீழ்நோக்கி வந்து

கொண்டிருக்கிறது. தேவையான கிரீம் கைக்கு வந்ததும் புட்டியை நிமிர்த்தி விடுகிறோம்.

வியப்பூட்டும் இயல்பு

ஜடத்தன்மையின் வியப்பூட்டும் விளைவு ஒன்றைக் காண்போம். ஒரு நூல் கயிற்றின் முனையில் ஒரு கல்லைக் கட்டுகிறோம். பிறகு மெல்ல நூலின் மற்றொரு முனையை தூக்குகிறோம். நூலுடன் கல்லும் மேலே வருகிறது. கல்லைத் தரைமீது படியும்படியாக வைத்து இப்போது சட்டென்று நூலைச் சுண்டி இழுக்கிறோம். நூல் அறுந்துவிடுகிறது. கல் மெதுவாகத் தூக்கப் படும்போது அதனுடைய ஜடத்தன்மை படிப்படியாகப் போக்கப்படுகிறது. நூல் திடீரென்று சுண்டியிழுக்கப்படும்போது, இந்த ஜடத்தன்மை போக்கப்படுவதற்கு நேரம் இருப்பது இல்லை. மெல்லிய நூலுக்குத் திடீரென்று ஏற்படும் அழுத்தத்தைத் தாங்கும் வலு இராது.

ஆணி அடிக்கும் கலை

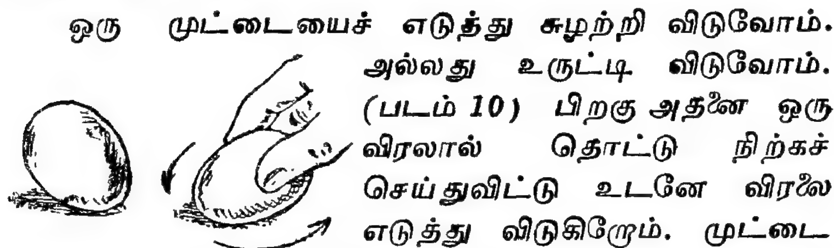
மெல்லிய மரப்பலகையில், பின்புறம் எதுவும் தாங்கிக் கொண்டிராதபோது ஆணியடிப்பது முடியாது. மரப்பலகை விலகிச் சென்று கொண்டிருப்பது போலத் தோன்றும். மெல்லிய பலகையின் ஜடத்தன்மை எளிதில் போக்கப்பட்டு விடுவதால் அது விரைவில் நகர்ந்து விடுகிறது. நாம் ஆணியடிக்கும் இடத்துக்குக் கீழே கனமான எடை ஒன்றைத் தாங்குமாறு வைக்க வேண்டும். கனமான பொருள் சுலபமாக நகர்வது இல்லை; எனவே மெல்லிய பலகைக்கு ஆதாரமாக இருக்கிறது.

கருமானுக்கு இந்த விஷயம் தெரிந்திருப்பதால்தான் பெரிய கனமான பட்டடையை உபயோகிக்கிறார். சம்மட்டி அடியையெல்லாம் சற்றும் அலுங்காமல் அது தாங்கிக் கொள்கிறது.

முட்டைகளைக் கண்டறிய

இதோ இரண்டு முட்டைகள் உள்ளன. இவற்றில் ஒன்று வேக வைக்கப்பட்டுள்ளது. மற்றது வேகாதது. எது வெந்தது, எது வேகாதது என்பதை எப்படி கண்டு பிடிப்பது?

ஒரு முட்டையைச் எடுத்து சுழற்றி விடுவோம். அல்லது உருட்டி விடுவோம். (படம் 10) பிறகு அதனை ஒரு விரலால் தொட்டு நிற்கச் செய்துவிட்டு உடனே விரலை எடுத்து விடுகிறோம். முட்டை அந்த இடத்திலேயே அசையாமல் இருக்கிறது. இந்த முட்டை வேக வைத்ததாகும்.



படம் 10.

இப்போது மற்றொரு முட்டையை உருட்டி அல்லது சுழற்றி விடுகிறோம். பிறகு அதனை விரலால் தொட்டு நிற்க வைத்துவிட்டு விரலை எடுத்து விடுகிறோம். முட்டை உருளவோ, சுழலவோ செய்கிறது. இந்த முட்டை வேகாதது என்று நாம் நிச்சயமாகக் கூறலாம்.

ஜடத்தன்மைதான் இதற்குக் காரணம். வெந்த முட்டையின் ஓட்டை விரலால் தொடுவது முட்டை முழுவதையும் நிறுத்தி விடுகிறது. ஆனால் வேகாத முட்டையைத் தொடும் விரல் முட்டையின் ஓட்டை மட்டுமே நிறுத்துகிறது. முட்டையினுள்ளே இருக்கும் திரவப் பொருள், உராய்தல் சக்தியால் நிற்கும்வரை தொடர்ந்து உருளவோ; சுழலவோ செய்கிறது. சட்டென்று விரலை எடுத்து விடுவதால் உட்புறம் சுழலும் திரவம் ஓட்டை மீண்டும் சுழலச் செய்கிறது.

ஜடத்தன்மையின் இரண்டு அம்சங்களை இரு முட்டைகளும் தெளிவாகப் புலப்படுத்துகின்றன. இயக்குவதற்கான சக்தி எதுவும் இல்லாததால் ஒரு முட்டை அப்

படியே நிற்கிறது. தடுத்து நிறுத்துவதற்கான சக்தி எதுவும் இல்லாததால் மற்றொரு முட்டை மேலும் உருளுகிறது.

புடைபெயர்ச்சிக் கோட்டில் இயக்கம்

கிரிக்கெட் விளையாட்டில் பந்தெறிபவர் பந்தை வீச கையைச் சுழற்றும்போது பந்து தவறான இடத்தில் போய் விடாமல் இருப்பதற்காகப் பந்தைக் கெட்டியாகப் பிடித்துக்கொள்ள வேண்டும். புறமுக விசை என்று கூறினோமே அது ஜடத்தன்மையாகும். ஏதாவது ஒரு சக்தி திசையை மாற்றினாலன்றி பந்து தொடர்ந்து நேர்க் கோட்டில் சென்று கொண்டிருக்கும். இந்த நேர்க்கோடு ஒரு வட்டத்தின் புடைபெயர்ச்சிக்கோடு (Tangent) தான்.

கவண் ஒருவிதமான எறி பொறியாகும். இதில் ஒரு கல்லை வைத்து, தனது இலக்குக்குப் பக்கவாட்டில் திரும்பிக்கொண்டு கல்லுக்கு வேகம் தருவதற்காக அதனைச் சுழற்றுகிறார். சரியான தருணத்தில் கயிற்றின் ஒரு முனையை விடுவித்துக் கல் பாய்ந்து போகுமாறு செய்கிறார். கல் எந்த இடத்தில் விடுபட்டதோ அதற்கு நேர்த்திசையில் போகிறது—அதாவது அது சுழற்றப்பட்ட வட்டத்துக்கு புடைபெயர்ச்சிக் கோட்டில் செல்கிறது. எறிபவருடைய சாமர்த்தியம் போதுமான வேகத்தில் சுழற்றுவதிலும் இலக்கைத் தாக்கும் விதத்தில் சரியான இடத்தில் கல்லை விடுவிப்பதிலும்தான் இருக்கிறது.

சுழலும் சங்கிலி

சுழலும் சங்கிலியில் ஜடத்தன்மை விசித்திரமான விளைவை ஏற்படுத்துகிறது. ஒரு சங்கிலியைக் கம்பில் பொருத்தி வேகமாகச் சுழலச் செய்யலாம். நல்ல

வேகத்தையடைந்ததும் அதனைக் காம்பிலிருந்து விடு வித்து விட்டால் அது தரையில் வளையம் போலச் சுற்றி வரும். தன் வேகத்தை இழந்ததும் அது குலைந்துவிடும். சுழலும் சங்கிலியினுடைய ஒவ்வொரு கண்ணியிலும் புற முக விசை இருக்கிறது. அது வளையத்தின் மத்தியிலிருந்து வெளிப்புறம் நோக்கி அழுத்துகிறது. புறமுக சக்தி எடையைவிடக் குறைவாகும்வரை சங்கிலி விறைப்பாக இருக்கிறது. சக்தி குறைந்ததும் குலைந்து விடுகிறது.

குதிரைமீது நின்றுகொண்டு சர்க்கஸ் வட்டத்தை வேகமாகச் சுற்றி வருபவர் ஜடத்தன்மை காரணமாக உள்ள வெளிநோக்கித் தள்ளும் சக்தியைப் போக்க உட் புறமாகச் சாய்ந்து கொள்கிறார். ஒரே சீரான வேகத்தில் ஓடுமாறு குதிரை பழக்கப்படுத்தப்பட்டிருக்கிறது. அதற் கேற்ப அவர் தன்னைச் சரிசெய்து கொள்கிறார்.

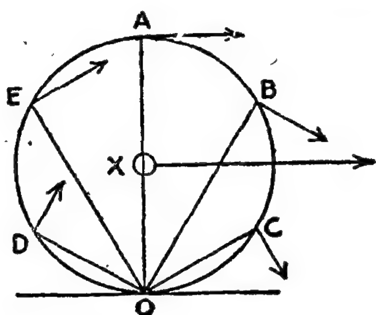
சக்கரத்தில் ஜடத்தன்மை

மழை பெய்திருக்கும்போது வண்டிகள், கார்களு டைய சக்கரங்கள் சாலையிலிருந்து நீரை எடுத்துக்கொள் கின்றன. மேற்பரப்பு இழு விசை காரண்மாக நீர் சக்க ரங்களுடன் ஒட்டிக் கொண்டிருக்கிறது. சக்கரத்துடன் அதுவும் சுழல்கிறது.

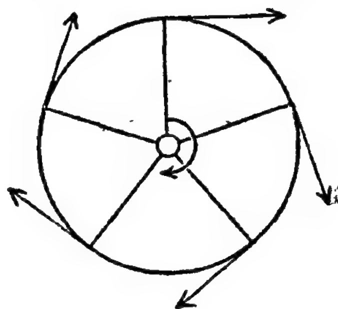
கார் சக்கரம் சுழல்வதில் ஒரு ரசமான அம்சம் உள்ளது. எந்த நேரத்திலும் சக்கரம் முழுவதும் தரை யுடன் தொட்டுக் கொண்டிருக்கும் O என்ற இடத்தைச் சுற்றிச் சுழன்றுகொண்டிருக்கிறது.(படம். 11) A சுழலும் ஒரு வட்டத்தின் ஆரம் OA ஆகும். B சுழலும் வட்டத் தின் ஆரம் OB. C, D, E ஆகியவை சுழலும் வட்டத்தின் ஆரங்கள் OC, OD, OE, ஆகும். O, அசையாமல் இருக் கிறது; சக்கரத்தின் குடமான X ன் வேகத்தைப்போல் இருமடங்கு வேகத்தில் A நகர்வதாகக் கொள்வோம்.

இன்னொரு சமயத்தில் வேறொன்று சுழலும். அப்போது இருக்கக் கூடிய நிலையைப் படம் காட்டுகிறது.

படம் 11ல் புடை பெயர்ச்சிக் கோடுகள் போட்டுக் காட்டப் பட்டுள்ளன. சுழலும்போது நீர்த்துளிகள் எடுத்துச் செல்லப்படக் கூடிய திசை இது என்பது நமக்குத் தெரியும். D, E ஆகிய இடங்களில் நீர் உள் நோக்கி அழுத்துகிறது. ஆனால் A என்ற இடத்தில் சக்



படம் 11.


படம் 12.

கரம் சுழலும் வேகத்தைவிட இரு மடங்கு வேகத்தில் நீர் வெளிப்புறமாகச் செல்கிறது. எனவே, சக்கரத்தின் மேற்புறத்தில் நீர் முன்னோக்கி வேகமாகச் செல்கிறது.

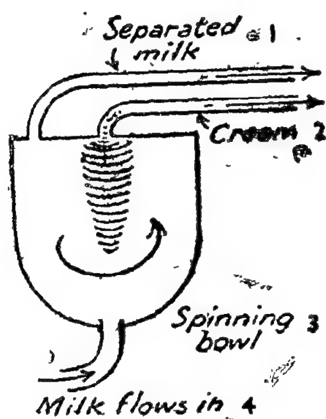
சக்கரம் முன்னோக்கிச் செல்லாமல் இருந்தால் நிலைமை வேறு விதமாக இருக்கும் (படம். 12) ஒவ்வொரு இடமும் குடத்தைச் சுற்றிச்சுழன்று கொண்டிருக்கும். எல்லா இடத்திலும் சக்கரத்தின் புடைபெயர்ச்சி கோட்டில் நீர் வெளிப்படும்.

புறமுக விசைப் பொறிகள்

ஈரத்துணிகளை வேகமாகச் சுழற்றுவதின் மூலம் காய வைக்க முடியும். துணியின் ஒவ்வொரு பகுதியும் நீரும் வெளிப்புறமாகத் தள்ளப்படுகின்றன. துணி இயந்திரத்தைப் பற்றிக் கொண்டிருப்பதால் அதிலுள்ள நீர்

மட்டும் வெளியே தள்ளப்படுகிறது. துணியைக் காய வைக்கும் பொறி சில விநாடிகளில் ஈரத்தைப் போக்கி விடும். குடையிலுள்ள ஈரம் காய்வதற்காக அதனைச் சுழற்றுகிறோமே அப்போதும் இதே தத்துவத்தைத்தான் உபயோகிக்கிறோம்.

புறமுக விசைப் பொறிகள் இதே தத்துவத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டவை. பால், ஏடு, சர்க்கரை, சர்பத் போன்றவற்றைப் பிரித்தெடுப்பதற்கு இப்பொறிகள் பயன் படுத்தப்படுகின்றன. பாலேட்டைப் பிரித்தெடுக்கும் பொறியில், ஒரு சுழலும் கிண்ணத்தில் கீழ்ப் புறத்திலிருந்து பால் ஊற்றப்படுகிறது. (படம். 13) கனமான பால் கிண்ணத்தின் வெளிப்புறம் நோக்கித் தள்ளப்படுகிறது. கனக் குறைவான ஏடு நடுப் பகுதியில் தங்குகிறது; மேற் புறத்திலுள்ள குழாய்கள் பாலை யும், ஏட்டையும், கீழேயிருந்து மேற்கொண்டுவரும் பால் மேல் நோக்கித் தள்ளும்போது தனித் தனியே எடுத்துச் செல்கின்றன.



1. பிரிக்கப்பட்ட பால். 2. ஏடு. 3. சுழலும் கோப்பை. 4. உள்ளே பால் வருதல்.

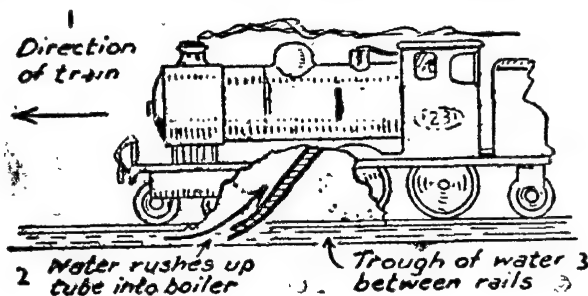
படம் 13.

ஓடும் ரயிலில் நீர் நிரப்புதல்

வெகு வேகமாக ஓடும் ரயிலுக்கு நீர் நிரப்புவதற்கு ஜடத்தன்மை ஒருவிதமாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. தண்டவாளங்களிடையே நீர் நிறைந்த ஓடை இருக்கிறது. ஒரு குழாய் ஓடைக்குள் விடப்படுகிறது. ரயில் ஓடும் திசையில் இது இருக்கும். குழாய் வழியே நீர்

வேகமாகப் பாய்ந்து கொதிகலனை நிரப்புகிறது. நீர் நிரம்பியதும் குழாய் மேலே தூக்கப்படுகிறது. ரயில் நிற்காமல் ஓடிக்கொண்டேயிருக்கிறது.

ஜடத்தன்மைக்கு நேர்மாறாக இச் செயல் முறை இருப்பது போலத் தோன்றும். ஆயினும் ஓடையிலுள்ள நீரின் ஜடத் தன்மையைப் பொறுத்தே இது நிகழ்கிறது.



1. ரயில் ஓடும் திசை. 2. குழாய் வழியே நீர் பாய்தல். 3. தண்டவாளங்களுக்கிடையேயுள்ள நீர்க் கால்வாய்.

படம் 14.

நீருக்குள்ளே குழாய் மெதுவாக நகர்ந்தால், ஜடத் தன்மை மெதுவாகப் போக்கப்பட்டு நீர் விலகிச்சென்று விடும். குழாயுள் சிறிதளவுக்கு நீர் உயர்ந்து நிற்கலாம்; ஆம் சிறிதளவேதான். குழாய் பெரு வேகத்துடன் முன்னேக்கி நகரும்போது நீர் விலகிச் செல்வதற்கு நேரம் இருப்பதில்லை. அது திடப்பொருளைப்போல நடந்து கொள்கிறது, அதன் காரணமாகக் குழாய்க்குள் பாய்ந்து செல்கிறது.

நீரில் குதித்தல்

நீரில் குதிப்பவர்கள் வெகு உயரத்திலிருந்து குதிக்கும்போது நீரின் ஜடத்தன்மை பற்றி எச்சரிக்கையாக

இருக்க வேண்டும். கைகளை அகல விரித்துக்கொண்டு அவர்கள் குதிக்கிறார்கள். கைகள் நீரின் ஜடத்தன்மையைப் போக்கித் தலையும் உடலும் மூழ்குவதை எளிதாக்குகிறது. முப்பதடி உயரத்திலிருந்து ஒருவர் கால் வழுக்கி நீரில் விழுந்ததைப் பார்த்திருக்கிறேன். நீரில் அவர் மட்டமாக விழுந்தபோது ஏற்பட்ட பெரும் சத்தம் அரை மைல் தூரம்வரை கேட்டிருக்கும்.

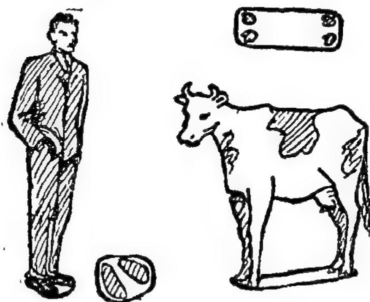
இதைவிட அதிகமான உயரத்திலிருந்தும் கூடப் பலர் முட்டாள்தனமாகக் குதித்திருக்கிறார்கள். விலகிச் செல்வதற்குப் போதிய நேரம் தரப்படாத நீர், திரவப் பொருளைப் போலவே ஜடத்தன்மையுள்ளது என்பதை அவர்கள் மறந்து விடுகிறார்கள். தங்கள் முட்டாள்தனத்துக்கும் மறதிக்கும் விலையாகத் தங்கள் உயிரையே சில சமயங்களில் கொடுத்திருக்கிறார்கள். ஒரு பீப்பாயில் புகுந்துகொண்டு நயாகரா அருவியில் குதித்த காப்டன் வெப் இதுபோன்ற தவற்றையே செய்தார். பீப்பாய் இங்குமங்கும் தூக்கியெறியப்பட்டது. பீப்பாய் ஒவ்வொரு முறை திசைமாறிய போதும் பட்ட அடி அவரது உடலையும் தாக்கியது.

வேகத்திலும், திசையிலும் திடீர் மாற்றங்களை ஏற்படுத்த வேண்டியுள்ள பொறிகளில் உள்ளவர்களை அவர்கள் ஆசனத்தோடு சேர்த்துக் கட்டுவது வழக்கம். மாறுதல்களுக்கேற்ப அவர்களுடைய உடல் சரிசெய்துகொள்ளும்வரை கயிறு அவர்களைப் பிடித்துக்கொண்டிருக்கும். இல்லாவிட்டால் முதலில் போன திசையிலும் வேகத்திலும் அவர்கள் தொடந்து போய்க்கொண்டிருப்பார்கள்; இதன் விளைவு அந்தந்த சந்தர்ப்பத்துக்கேற்ப வேதனையாகவோ விபரீதமாகவோ இருக்கும்.

சமநிலைக் கலை

நம் எல்லோருக்குமே சமநிலைக் கலையில் ஒருவிதமான அக்கறை இருக்கிறது. நாம் கற்றுக்கொள்ள வேண்டிய வற்றுள் இது ஒன்று. சமநிலை பற்றிய தேர்ந்த உணர்வைப் பொறுத்தே நமது வாழ்க்கை முறை உள்ளது. மனிதன் மட்டுமே நிமிர்ந்து செங்குத்தாக நடக்கிறான், விலங்குகளிலிருந்து மனிதனை வேறுபடுத்திக் காட்டும் அம்சம் இது. புதிதாக நடக்கத் தொடங்கும் குழந்தைகள் தடுமாறுகின்றன. சமநிலையில் நடப்பதற்குப் பின்னர்தான் அவை கற்றுக் கொள்கின்றன.

நமது கால்கள் தரையில் பதியும் சிறு இடத்துக்குள் நம் முழு உடலிலுள்ள எடையையும் நாம் சமநிலைப் படுத்த வேண்டியிருக்கிறது. (படம் 1) நாம் நிற்கும் போதெல்லாம் அந்தக் குறுகிய பீடத்துக்குள் நமது எடையைச் சமநிலையில் இருக்குமாறு வைத்துக் கொள்ள வேண்டியிருக்கிறது. களைத்துப் போகும் போது கீழே படுத்து, சமநிலையில் இருக்கச் செய்ய வேண்டிய முயற்சியைக் கைவிடுகிறோம். மனிதன் நிற்கும்போது புலப்படும் கம்பீரமான தோற்றம் இருக்கிறதே இதற்கு விலையாக அவன் நிரந்தரக் கண்காணிப்புடன் இருக்கவேண்டியுள்ளது.



படம் 1.

விலங்குகளுடைய நிலை எளிதானது. மிகப்பரந்த பீடத்தின்மீது அவை தம் உடல் எடையைத் தாங்கிக்கொள்ள முடிகிறது. ஒரு பூனையோ அல்லது நாயோ மனிதனைப் போல சில வினாடிகளுக்கு உட்காரும்போது நாம் சிரிக்கிறோம். யானை தன் முன்னங்கால்களை உயரத் தூக்கித் தன் பெரும் உடலைப் பின்னங்கால்களில் தாங்கி நிற்பது நமக்கு வியப்பூட்டுகிறது.

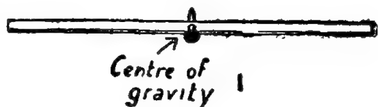
சமநிலை இடம்

எடைக்கு ஈர்ப்பு ஆற்றல் என்ற சொல்லை அடிக்கடி உபயோகிக்கிறோம். ஒரு பொருளுடைய ஈர்ப்பு மையம், அதனுடைய எடையின் மையமாகும். பொருளின் முழு எடையும் கீழ்நோக்கி இழுக்கும் இடம் அது. எந்தப் பொருளுக்கும் ஒரேயொரு ஈர்ப்பு மையம்தான் உண்டு. அன்றாட வாழ்வின் அனுபவத்தில் இதனை நாம் நன்கு அறிந்திருக்கிறோம். நமது உடலில் சுமார் பாதியளவில் எடை மையம் இருக்கிறது. அதை நம் கால் பதியும் இடத்துக்குள் பத்திரமாக இருக்கும்படி பார்த்துக்கொள்ள வேண்டும் என்பது நமக்குத் தெரியும்.

ஏதாவது ஒரு பொருளை நாம் சமநிலையில் நிறுத்த விரும்பினால், அது அவ்வாறு நிற்கும் ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்துக்காகத் தேடிக் கண்டு பிடிக்கிறோம். அந்த இடம் அதனுடைய ஈர்ப்பு மையமாகும். அந்த இடத்துக்குக்கீழே தாங்கினாற்போல வைத்தால் பொருளின் முழு எடையும் சமநிலையில் நிற்கிறது.

ஒரு பொருளினுடைய ஈர்ப்பு மையத்தை அது எந்த இடத்தில் சமநிலையில் நிற்கிறது என்பதைத் தேடிக் கண்டுபிடிப்பதன் மூலம் காணலாம். ஒரு கம்பியை எடுத்துக் கொள்கிறோம். ஒரு முனையிலிருந்து மறு முனைவரை அது ஒரே சீராக இருக்குமாறு இருப்பது நல்லது. (படம் 2) கம்பியை விரல்மீது படுக்க வைத்து

சிறிது சிறிதாக அது சமநிலையில் நிற்கும்வரை நகர்த்திக் கொண்டே வருகிறோம். கம்பி ஒரே சீராக இருந்தால் அதன் நடுவில் சமநிலையில் நிற்கும். நடு மையத்தில் தான் சமநிலையில் நிற்கும் என்று நாம் நம்பிக்கையுடன் எதிர்பார்க்கிறோம்.



படம் 2.

கம்பியை அளந்து அதன் சரியான மையத்தைக் கண்டறிந்து அவ்விடத்தில் ஓர் மெல்லிய ஆணியை அடிக்கிறோம். ஆணியைச் சுற்றி அது எளிதில் நகரும் விதத்தில் இப்படியும் அப்படியுமாக ஆட்டுகிறோம். கம்பி ஒரே சீராகவும் நாம் செய்தது கவனமாகவும் இருந்தால் அதனை எந்த மாதிரி வைத்தாலும் அது சமநிலையில் இருக்க வேண்டும். சுழற்றி விட்டால் அது எளிதில் சுற்றும். எந்த நிலையில் வந்து நிற்கும் என்பதை நம்மால் முன்கூட்டிச் சொல்ல முடியாது. இதற்குக் காரணம் என்னவென்றால் கம்பியின் எடை முழுவதும் ஆணியினால் தாங்கப்படுகிறது. எனவே அந்த எடைக்கு இந்தப் பக்கமோ அல்லது அந்தப் பக்கமோ இழுக்கக்கூடிய ஆற்றல் இல்லை.

உருவ மையம்

ஒரு கம்பியின் ஈர்ப்பு மையம் இருக்குமிடம் தெளிவாக உள்ளது. அது போலவே சதுரங்கள், வட்டங்கள் போன்றவற்றின் ஈர்ப்பு மையம் இருக்குமிடமும் உள்ளன. ஒவ்வொன்றும் அவ்வுருவின் மையத்தில் உள்ளது. இந்த இடத்தை நாம் சில சமயங்களில் உருவ







படம் 3.

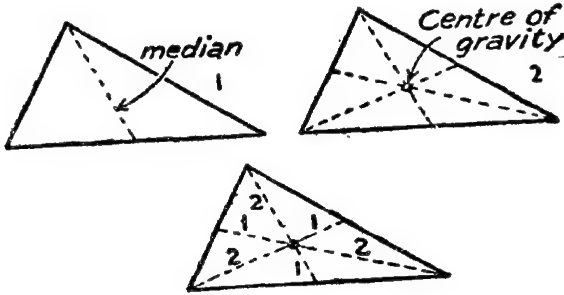
மையம் என்கிறோம். (படம் 3) ஒரு அட்டையைச் சதுரமாக வெட்டியெடுத்துக் கொள்வோம். இதன் மூலை விட்டங்களை வரைகிறோம். இரண்டும் சந்திக்கும் இடத்தில் உருவ மையமும், ஈர்ப்பு மையமும் உள்ளது. அந்த இடத்தில் ஒரு ஆணி அல்லது குண்டூசியைக் குத்துகிறோம். இப்போது அட்டையைச் சுற்றி விட்டால் அது எளிதில் சுழல வேண்டும். அது எந்த இடத்திலும் சமநிலையில் நிற்க வேண்டும். சரியான சதுரமாக இல்லாவிட்டாலோ அது ஒழுங்காகச் சுழலாது. அட்டை சுற்றி நிற்கும்போது சதுரத்தின் ஒரு குறிப்பிட்ட பக்கம் மட்டும் எப்போதும் கீழே வருவதைக் காண்கிறோம். அப்போது உண்மையான ஈர்ப்பு மையத்தை நாம் கண்டு பிடித்திருக்க மாட்டோம்.

முக்கோண மையம்

முக்கோணத்திலுள்ள அட்டையின் ஈர்ப்பு மையம் அவ்வளவு எளிதாகப் புலப்படுவது இல்லை. ஏனெனில் அதன் உருவ மையம் தெளிவாக இல்லை. ஓர் அட்டையை முக்கோண உருவில் வெட்டியெடுத்துக் கொள்வோம். சதுரமாக வெட்டுவதைவிட இது எளிது. ஒரு பக்கத்தின் மையத்தைக் கண்டுபிடித்து அதனை உச்சி முனையுடன் கோட்டால் இணைக்கிறோம். (படம் 4) அக்கோடு நிச்சயமாக முக்கோணத்தின் ஒரு நடுக்கோடு ஆகும். ஒரு முக்கோணத்தை இந்தக் கோடு இரண்டு சம முக்கோணங்களாகப் பிரிக்கிறது என்பது ஜியோமிதி தெரிந்தவர்கள் எல்லாம் அறிவர்.

இதனை நாம் நடுக்கோடு என்றழைத்த போதிலும் இது ஒன்று மட்டுமே நடுக்கோடு அல்ல, ஏனெனில் முக்கோணத்தின் மற்ற இரு பக்கங்களிலிருந்தும் நாம் இரண்டு கோடுகளை வரைய முடியும். நாம் கவனமாக இதனைச் செய்தால் மூன்று நடுக்கோடுகளும் ஒரே புள்ளியைக் கடந்து செல்வதைக் காண்போம். இந்தப் புள்ளி

தான் முக்கோணத்தின் உருவ மையம். அதுதான் ஈர்ப்பு மையமும் ஆகும். இது சரிதானு என்பதைச் சோதித்தறியலாம். நடுக்கோடுகள் சந்திக்கும் புள்ளியில்

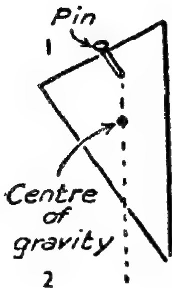


1 நடுக் கோடு. 2 ஈர்ப்பு மையம்.

படம் 4.

ஒரு குண்டூசியைக் குத்தி முக்கோண அட்டையைச் சுற்றி விடுகிறோம். தாவிக் குதிக்காமல் அது சுலபமாகச் சுழல்வதுடன் எந்த நிலையிலும் நிற்க வேண்டும்.

இதில் மற்றொரு ரசமான அம்சமும் உள்ளது. ஒவ்வொரு நடுக்கோடும் இரண்டு பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்பட்டிருக்கும். அந்தப் பகுதிகளை அளந்து பார்த்தால் ஒவ்வொரு நடுக்கோட்டிலும் உச்சி முனைப்பக்கம் உள்ள கோட்டின் பகுதி, பீடத்தை நோக்கியுள்ள கோட்டின் பகுதியைப்போல சரியாக இருமடங்கு இருக்கும்.



1 குண்டூசி.
2 ஈர்ப்பு மையம்.
படம் 5.

முக்கோண அட்டையைக் கொண்டு நாம் செய்யக்கூடிய வேறொன்றும் உள்ளது. (படம் 5) ஈர்ப்பு மையத்திலிருந்து சற்றுத் தள்ளி ஓரிடத்தில் குண்டூசியைக் குத்து

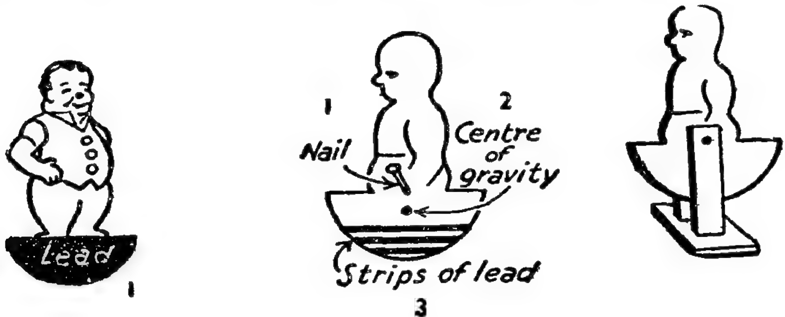
கிறோம். இப்போது அதைச் சுற்றிவிட்டால் தாவிக் குதிப்பது போலச் சுழலும்; ஈர்ப்பு மையத்தில் சுழலுவதைப் போல எளிதாக இராது. சில தடவை சுற்றியபின் அட்டை நிற்கும். அப்போது அதன் ஈர்ப்பு மையம் குண்டூசியின் செங்குத்துக் கோட்டில் இருப்பதைக் காண்போம். முக்கோண அட்டையின் எடை முடிந்த அளவு ஈர்ப்பு மையத்தை இழுக்கிறது. இந்தப் பக்கமோ, அல்லது அந்தப் பக்கமோ அட்டையைத் தள்ளினால் ஈர்ப்பு மையத்தை உயர்த்துகிறோம். கையை விடும்போது அது தானே கீழே விழுகிறது.

நாம் எதிர்பார்க்கக் கூடியதும் இதுதான். ஈர்ப்பு மையத்தில் எடை இழுக்கிறது. முடிந்த அளவுக்குக் கீழே அது இழுக்கிறது.

படுக்க மறுக்கும் மனிதன்

ஈர்ப்பு மையம் முடிந்த அளவுக்குக் கீழே விழுகிறது என்ற தத்துவத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டு ஏராளமான விளையாட்டுப் பொம்மைகள் உள்ளன. இவற்றுள் ஒன்று, படுக்க மறுக்கும் மனிதப் பொம்மை. எப்படி தள்ளி விட்டாலும் அது நிமிர்ந்து நேராகத்தான் நிற்கும். (படம். 6) இத்தகைய பொம்மைகள் கடைகளில் குறைந்த விலைக்குக் கிடைக்கும். பொம்மையைப் படுக்க வைத்துக் கையை எடுத்து விட்டால் உடனே அது நிமிர்ந்து நிற்கும். தலைகீழாக நிறுத்தினாலும் புரண்டு நேராக நின்றுவிடும். அரைக்கோள வடிவில் உள்ள பீடத்தில் ஈயம் வைக்கப்பட்டிருப்பதுதான் இதற்குக் காரணம். பொம்மை கனம் இல்லாத பொருளால் செய்யப்பட்டது. எனவே முழு உருவத்தினுடைய ஈர்ப்பு மையமும் அதன் ஈயம் உள்ள பீடத்தில்தான் இருக்கிறது.

மூன்று ஒட்டுப் பலகைத் துண்டுகளைக் கொண்டு எளிதில் செய்யக்கூடிய இதுபோன்ற மற்றொரு பொம்மையும் உண்டு (படம். 7) அடிப்பக்கம் வட்டமாக இருக்கும் விதத்தில் மனிதஉருவில் ஒரு ஒட்டுப்பலகையை



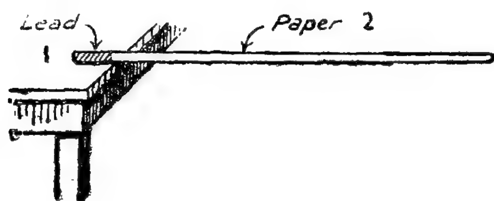
1 ஈயம். 1. ஆணி. 2. ஈர்ப்பு மையம் 3. ஈயத் தகடு.
படம் 6. படம் 7.

வெட்டுகிறோம். அடிப்பக்கத்தில் ஈயத் தகட்டை அடிக்கிறோம். ஈயம் கிடைக்காவிட்டால் வேறு எந்தக் கனமான பொருளாக இருந்தாலும் போதும். ஆணி முனையில் பலகை உருவத்தைக் கிடத்தி அதன் ஈர்ப்பு மையத்தைக் கண்டுபிடிக்கிறோம். இதற்குச் சற்று மேலாக ஆணியடித்து ஒரு துளை போடுகிறோம். துளையில் ஓர் ஆணியைச் செருகி உருவம் செங்குத்தாக நிற்குமாறு செய்கிறோம். பிறகு அதைப் படத்தில் காட்டியுள்ளதுபோல ஒரு இடத்தில் பொருத்துகிறோம். பொம்மைக்குப் பளிச்சென்று வர்ணம் பூசி எந்தக் குழந்தைக்குவேண்டுமானாலும் பரிசாக வழங்கலாம். குழந்தைக்கு பொம்மை வேடிக்கை காட்டிக் களிப்பூட்டுவதுடன் ஈர்ப்பு மையத்தைப் பற்றியும் கற்றுக் கொடுக்கும்.

ஈர்ப்பு மையத்தை இடம் மாற்றுதல்

ஒரு பொருளின் ஈர்ப்பு மையத்தை அதன் ஒரு பக்கத்தில் எடையைக் கூட்டுவதன் மூலம் இடம் மாற்ற

முடியும். அதன் நீண்ட பகுதி லேசாகவும், குறுகிய பகுதி கனமாகவும் இருக்க வேண்டும். காகிதத்தையும் பசையையும் கொண்டு சுற்றி, உறுதியான குழல்போலச் செய்யலாம். அதன் ஒரு முனையில் ஈய வளையத்தை மாட்டு கிறோம். இது இடம் பெயராமல் இருப்பதற்காக மெல்லிய கம்பி கொண்டு கட்டலாம். முழுவதற்கும் ஒரே சீராக வர்ணம் பூசிவிட்டால் இந்த வேறுபாடு பார்வைக்குப்



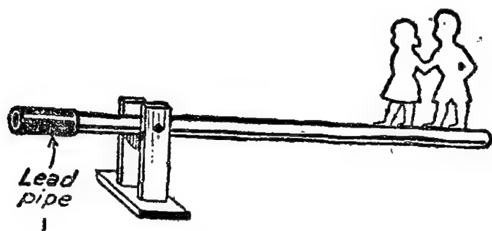
1. ஈயம். 2. காகிதம்.
படம் 8.

புலப்படாது. இதனை ஒரு மந்திரக்கோல் என்பதாகக் கூறி நண்பர்களுக்குப் பல வேடிக்கைகளைச் செய்து காட்டலாம். படம் 8ல் காட்டியுள்ளது போல் மேஜையில் வைத்துப் பார்ப்போரைப் பிரமிக்க வைக்கலாம். விரல் மீது கனமான பகுதி இருக்குமாறு செங்குத்தாக நிற்க வைத்து வேடிக்கை காட்டலாம்.

விநோத ஏற்றம்

குழந்தைகளுக்குப் பரிசளிக்கக்கூடிய மற்றொரு அருமையான பொம்மை இது. லேசான மரக்கம்பையும், சிறிய ஈயம் அல்லது இரும்புக் குழாயையும் கொண்டு செய்யப்பட்டது இது. (படம். 9) கம்பு ஓரடி நீளம் இருக்கலாம். அதன் ஒரு முனையில் குழாயைப் பொருத்து கிறோம். மற்றொரு பக்கத்தில் இரண்டு மனித உருவங்கள் போல அட்டையில் வெட்டி ஒட்ட வைக்கிறோம். அட்டை உறுதியாகவும் அதே நேரத்தில் லேசாகவும் இருக்க

வேண்டும். கம்பின் ஈர்ப்பு மையத்தைக் கண்டறிந்து அங்கு சிறு துளை போடுகிறோம். பிறகு படத்தில் காட்டியுள்ளதுபோல ஒரு மரப்பீடத்தில் பொருத்தி ஓர் ஆணியை அச்சாக உபயோகிக்கிறோம். பொம்மைக்கு



1. ஈயக்குழாய்.

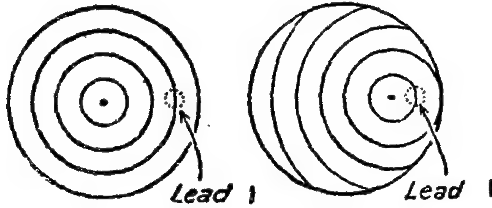
படம் 9.

பளிச்சென்று வர்ணம் பூசி விடுகிறோம். கனமான பக்கத்தை லேசாகத் தட்டி விட்டால் உருவங்கள் மேலும் கீழுமாக ஆடும். குழந்தைகளுக்குக் களிப்பூட்டுவதாக இது இருக்கும்,

மையத்துக்கு அப்பால் சுழலுதல்

சுமார் ஓரடி விட்டமுள்ள வட்டமான அட்டையைக் கொண்டு மிகவும் எளிய விளையாட்டுப்பொருள் ஒன்றைச் செய்ய முடியும் (படம். 10) வட்டத்தின் ஒரு பக்கத்தில் ஈயத்தகடு போன்ற ஒன்றைப் பொருத்திக் கனமுள்ளதாகச் செய்யவேண்டும். முதலில் ஒரு அட்டையை வட்டமாக வெட்டி யெடுத்துக்கொள்வோம். அதன் ஒரு பக்க விளிம்பில் மெல்லிய ஈயத் தகட்டைப் பொருத்திப் பின்னர் வட்டத்தின் ஈர்ப்பு மையத்தைக் கண்டு பிடிப்போம். அது கனம் உள்ள பக்கத்தில் இருக்கும். ஈர்ப்பு மையத்தில் ஒரு துளையும் உருவ மையத்தில் ஒரு துளையும் போடுகிறோம்.

வட்டமான அட்டையின் ஒரு பக்கத்தில் ஈர்ப்பு மையத்தைச் சுற்றி நாலைந்து வட்டங்களை வரைகிறோம். மற்றொரு புறத்தில் உருவ மையத்தைச் சுற்றி நாலைந்து வட்டங்களை வரைகிறோம். வட்டங்களுக்கிடையேயுள்ள



1. ஈயம்.

படம் 10.

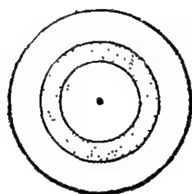
இடத்தைப் பளிச்சென்றுள்ள வர்ணம் கொண்டு பூசுகிறோம். ஈர்ப்பு மையத்திலுள்ள துளையில் ஓர் ஆணியை நுழைத்து வட்டத்தைச் சுழற்றுகிறோம். நாம் எதிர்பாராத விதத்தில் அட்டை சீராகச் சுற்றுகிறது. ஏன் அப்படி சுழல்கிறது என்பதும் நமக்குத் தெரியும். உருவ மையத்திலுள்ள துளையில் ஆணியை நுழைத்து சுழற்றும்போது தாவிக் குதிப்பதுபோலச் சுற்றுகிறது. ஈர்ப்பு மையம், உருவ மையத்தைச் சுற்றித் தாவிக் குதித்தவாறு சுழல்வதுபோல நாம் காண்கிறோம். இவ்வாறு சுழல்வது விரைவில் நின்று விடும். அப்போது ஈர்ப்பு மையம், உருவ மையத்துக்குக் கீழே செங்குத்துக் கோட்டில் இருக்கும்.

வர்ணம் பூசப்பட்ட இருவகையான வளையங்கள் சுழலும்போது அளிக்கும் காட்சி தெளிவான வேறுபாடு கொண்டதாக இருக்கும். ஒருவகை, முழு வர்ண வளையமாகக் காட்சி தரும். மற்றொரு வகையில் தோற்றம் சுழலும் வேகத்தையும் ஈர்ப்பு மையம் இருக்கும் இடத்தையும் பொறுத்ததாகும்.

பந்துகளின் அமைப்பு

ஒரே சீராகவுள்ள கோளத்தின் ஈர்ப்பு மையம், உருவ மையத்தில்தான் இருக்கும். பல்வேறு திண்மையுள்ள அடுக்குகளால் ஒரே சீராக அமைக்கப்பட்டுள்ள கோளத்தின் விஷயத்திலும் இது பொருந்துவதாகும். (படம். 11.)

கிரிக்கெட், கோல்ஃப் பந்துகள், அவற்றின் ஈர்ப்பு மையங்கள் உருவ மையத்தில் இருக்கும்படியாகச் செய்யப் படுகின்றன. மட்டையால் அடிக்கும் போது தாறுமாருகப் போகாமல் இவை தடுக்கின்றன. கோல்ஃப் விளையாட்டு ஆடுபவர் பந்தை அடிக்கும்போது அவர் எந்தத் திசையை நோக்கி அடிக்கிருரோ அதே திசையில் பந்து போகவேண்டு மென்று விரும்புகிருர். பந்து தன் னிச்சையாக ஏதோ ஒருபக்கம் போவதை அவர் விரும்பு வது இல்லை. கோல்ஃப் பந்து செய்வது ஒரு அதிசய மாகும். ஒரு சிறு ரப்பர் பையில் திரவத்தை நிரப்பி அதன் மேல் குறுகலான ரப்பர் டேப் கையினுல் போடப் படுகிறது. பின்னர் நீளமான ரப்பர் நாண் இயந்திரத்தின் மூலம் சுற்றப்படுகிறது. ஒவ்வொரு கட்டத்திலும் அது சோதிக்கப்படுகிறது. எடை சீராக இருக்கிறதா? ஈர்ப்பு மையம் உரிய இடத்தில் உள்ளதா என்பதெல்லாம் கவன மாகப் பார்த்துக் கொள்ளப்படுகிறது.

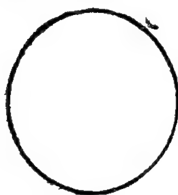


படம் 11.

பௌல்ஸ் எனப்படும் விளையாட்டில் உபயோகப் படுத்தப்படும் பந்துகள் முற்றிலும் வேருனவை. ஈர்ப்பு மையம், உருவ மையத்துக்கு அப்பால் இருக்கும்படியாக வேண்டுமென்றே செய்யப்படுகிறது. உறுதியான ஒரு வகை மரத்தினுல் செய்யப்படும் இப்பந்துகள் முட்டை வடிவமாக இருக்கும். முன்பெல்லாம் ஒரு புறத்தில்

ஈயத்தை வைத்து இவை செய்யப்பட்டு வந்தன. ஆனால் இப்போது ஒரு பக்கம் மற்றதைவிட மெல்லியதாக இருக்குமாறு செய்யப்படுகிறது. (படம் 12) பந்தை வீசும்போது அதன் போக்கு எப்படி இருக்கும் என்பதை அனுபவரீதியாக அறிவதில்தான் இவ்விளையாட்டில் தேர்ச்சி பெறுவது உள்ளது. அதை யறிந்தால்தான் விரும்புகிற விதத்தில் பந்து போகுமாறு செய்ய முடியும்.

விளையாட்டின் ஆரம்பத்தில் ஒருவர் ஜாக் எனப் படும் சிறிய பந்தை மைதானத்துக்கு எதிர்ப்புறம் உருட்டி விடுகிறார். இச்சிறிய பந்துக்குக் கூடுமானவரை அருகாமையில் பந்தை வீசுவதே விளையாடுபவர்களுடைய குறிக்கோளாகும். அனுபவம் இல்லாதவர்கள் வீசும் பந்து எங்காவது போய்விடக்கூடும். பந்தின் போக்கு எப்படி இருக்கும் என்பது குறித்து அனுபவம் உள்ளவர்களால்தான் சரியாக ஆடமுடியும்.



படம் 12.

பூமியின் சமநிலை

பூமியின் ஈர்ப்பு மையம் எங்கே இருக்கிறது?

நம் எல்லோரையும் பாதிக்கும் விஷயம் இது. உயிர்களின் வாழ்வையே பொறுத்தது இது. பூமியினுடைய உருவ மையத்துக்கு வெகு தூரத்தில் இது இருக்காது என்பதுபற்றி மட்டும் நாம் நிச்சயமாகக் கூறலாம். பூமியின் ஒரு பக்கத்தில் மட்டும் மற்ற பக்கத்தைவிடத் திண்மையான பொருள் இருக்குமானால் அதன் ஈர்ப்பையும் கனம் மிகுந்த பகுதியில் தள்ளி இருக்கும். அப்படியிருந்தால் எத்தனையோ விநோதமான நிகழ்ச்சிகள் எல்லாம் நடைபெறும். ஈர்ப்பு மையத்துக்கு அருகாமையில் உள்ள பக்கத்தில் பொருள்கள் கனம் மிகுந்ததாக இருக்கும்.

கீழே வேகமாக விழும். ஈர்ப்பு மையத்தின் ஊடாக செல்லும் ஒரு கோட்டைச்சுற்றி பூமி சுழலும். இந்தக் கோடு உருவ மையத்துக்குத் தள்ளி இருக்கும். பூமியின் சுழற்சி தாவிக் குதிப்பதுபோல இருக்கும். ஒரு பக்கம் மற்றதைவிட வேகமாகச் சுழலும். வேகமாகச் சுழலும் பக்கத்தை நோக்கி வெளிப்புறமாகக் கடல்கள் தூக்கியெறியப்படும்.

ஆனால் இவ்வாறெல்லாம் நிகழ்வது இல்லை என்பது நமக்குத் தெரியும். பூமி அதன் அச்சின்மீது சீராகச் சுழல்கிறது. ஒரே அட்சரேகையிலுள்ள பல்வேறு இடங்களில் பொருள்கள் கீழே விழும் வேகம் மாறுபடுவது இல்லை. கடல்கள் தெற்கு வடக்காகப் பரந்திருக்கும் அளவுக்கு கிழக்கு மேற்காக இல்லை. புவிஈர்ப்பின் காரணமாக ஏற்படும் வேக வளர்ச்சியை அளப்பது பூமியின் அச்சைச் சுற்றிக் கனமான, லேசான பொருள்கள் ஒரு சீராகக் கலந்து காணப்படுகின்றன என்ற கருத்துக்கு ஆதரவாக உள்ளது.

பூமி ஒரு காலத்தில் இளகிய பொருள்போல் இருந்தது. நாளடைவில் குளிர்ச்சியடைந்து கெட்டியாயிற்று என்ற கருத்துக்கு மிகவும் வலுவான ஆதாரமாக இருக்கிறது. சுழல்வது, பொருள்கள் அச்சைச்சுற்றி சீராகப் பரவுமாறு செய்யும். அப்படி நேர்ந்துதான் இன்றுள்ள நிலையில் பூமி இருக்கிறது.

ஈர்ப்பு மையத்தைப் பெயர்த்தல்

ஒரு பக்கத்தைக் கனமுள்ளதாகச் செய்வதன்மூலம் அந்தப் பக்கத்துக்கு ஈர்ப்பு மையத்தை நாம் நகர்த்த முடியும். கனத்தைப் போக்கிவிட்டு மீண்டும் பழைய நிலைக்கே அதைக் கொணரவும் முடியும். ஆனால் சில சமயங்களில் இவ்வாறு செய்வது அபாயகரமானதாக உள்ளது.

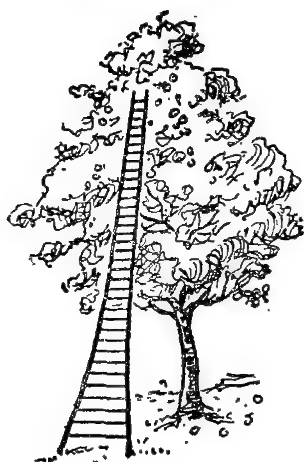
மேஜையில் நிறைய சாமான்கள் வைக்கப்பட்டிருக்கும்போது சில சமயங்களில், தேநீர்க் கோப்பைகள் கொண்ட தட்டு மேஜைக்குச் சற்று வெளியே நீட்டிக் கொண்டிருக்கும்படியாக வைக்கப்பட்டிருப்பது உண்டு. அப்போது அது பத்திரமாகவே இருக்கிறது. ஈர்ப்பு மையம் மேஜையின் மீதே இருப்பதால் அது அதனுல் தாங்கப்படுகிறது, அப்படியே விட்டு வைத்தால் அது பத்திரமாக இருக்கும். ஈர்ப்பு மையம் பற்றிய அறிவில்லாத ஒருவர் தட்டிலிருந்து கனமான ஒரு கோப்பையை எடுப்பதாக வைத்துக் கொள்வோம். தட்டு சாய்ந்து கீழே விழுந்து எல்லாம் நொறுங்குகின்றன. இதற்குக் காரணம் கோப்பைகளைக் கொண்டுள்ள தட்டின் ஈர்ப்பு மையம் இடம் பெயர்ந்து மேஜையைத் தாண்டி வந்து விடுவதுதான். ஜாக்கிரதையாக நடந்துகொள்ளும் வழக்கம் உடையவர் இம்மாதிரி செய்யமாட்டார். தட்டை உள்நோக்கி நகர்த்திய பின்னரே கோப்பையை எடுப்பார்.

நிலையாகச் செய்வது எப்படி?

எந்தப் பொருளுடைய ஈர்ப்பு மையமும் அது தாங்கப்படாமல் இருக்கும்போது கீழே விழுகிறது என்பது நமக்குத் தெரியும். முடிந்த அளவுக்குக் கீழ்நிலையில் அது விழுகிறது. எளிதில் விழுந்துவிடாத் விதத்தில் ஒரு பொருள் நிலையாக இருக்க வேண்டும் என்று நாம் விரும்பிஞல், நாம் செய்யக்கூடிய இரண்டு விஷயங்கள் உள்ளன. பீடத்துக்கப்பால் ஈர்ப்பு மையம் எளிதில் நகர்ந்து விடாத விதத்தில் நாம் அதற்கு அகலமான பீடம் இருக்குமாறு செய்யலாம். ஈர்ப்பு மையம் கீழே இருக்கும் படியாக அப்பொருளின் கனத்தை அதிகரிக்கலாம். பீடத்தைத் தாண்டி ஈர்ப்பு மையம் இடம் பெயர்வதற்கு

அதனைக் கணிசமான உயரத்துக்குத் தூக்க வேண்டி யிருக்கும்.

மரத்திலிருந்து பழங்களைப் பறிக்கப் பயன்படுத்தும் ஏணியின் கால்கள் வெளிப்புறம் வளைந்திருக்கும். (படம் 13.) இதன் மூலம் பீடம் அகலமாக அமைவதுடன் ஏணி பக்கவாட்டில் சாய்வது தடுக்கப்படுகிறது. முன் புறம் ஏணி விழுந்து விடாமல் மரமே தாங்கிக் கொள் கிறது. பழம் பறிப்பவர் மேலே ஏற ஏற அவருடையதும், அவர் பற்றிக் கொண்டிருக்கும் ஏணி யுடையதும் ஈர்ப்பு மையமும் மேலே போகிறது. ஏணியின் உச்சிப்படியில் இருக்கும்போது அவர் கீழேயுள்ள படிகளில் நிற்கும் பொழுதைவிடக் கவன மாக இருக்க வேண்டும். ஒரு பக் கத்தில் அதிக அளவுக்கு சாய்ந்து விட்டால் ஈர்ப்பு மையம் பீடத்திலிருந்து அப்பால் போய் விடக்கூடும். அப்போது ஏணி அந்தப் பக்கமாகச் சாயத் தொடங்கும். மறுபுறத் தில் சட்டென்று சாய்ந்து ஏணி விழுந்துவிடாமல் பார்த்துக் கொள்ளலாம்.

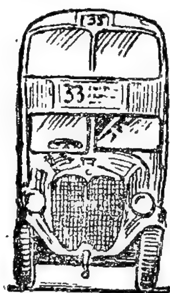


படம் 13.

பஸ்ஸில் நிற்கும் பிரயாணிகள்

பஸ்களும், டிராம்களும் நிலையானதாக இருக்கும்படி செய்வது மிகவும் முக்கியம். இவற்றில் பெரும்பாலா னவை உயரமானவை. சரியாக நிலைநிறுத்தப்படா விட்டால் அவை எளிதில் கவிழ்ந்து விடக்கூடும். அவை பக்கவாட்டில் சாய்ந்து விடக்கூடிய அபாயம்தான் நேரக் கூடும். முன்புறம் விழ மாட்டா. முதல் நடவடிக்கையாக

பீடம் முடிந்த அளவுக்கு அகலமானதாகச் செய்யப்படு கிறது. (படம் 14) ஆனால் இதற்கும் ஓர் அளவு உண்டு. அதிக பட்ச அளவுக்கு அகலம் கிடைப்பதற்காகச் சக்கரங் கள் பஸ்ஸின் வெளிப்புற அளவுக்குச் சரியாக அமைக்கப் பட்டுள்ளன. பஸ்ஸின் கனமான பகுதி என்ஜின். ஈர்ப்பு மையம் முடிந்த அளவு கீழே இருக்குமாறு செய்வதற்காக என் ஜின் சாத்தியமான அளவுக்குக் கீழே அமைக்கப்படுகிறது. பிரயாணிகள் அமரும் கீழ் அடுக்கு மேல் அடுக்கைவிடக் கனமுள்ளதாகச் செய்யப்படுகிறது. மேல் அடுக்கின் கூரை முடிந்த அளவு லேசாக இருக்குமாறு அமைக்கப்படும். இந்த ஏற்பாடும் ஈர்ப்பு மையம் கீழே இருக்கு மாறு செய்ய உதவுகிறது. ஒவ்வொருவரும் அறிந் திருக்க வேண்டிய மற்ருெரு பாதுகாப்பு நடவடிக்கையும் உள்ளது. மேல் அடுக்கில் பிரயாணிகள் நின்றுகொண் டிருப்பதாக வைத்துக் கொள்வோம். இதனுல் ஈர்ப்பு மையம் மேலே செல்கிறது. இதற்கு ஒரு காரணம் அவ் வளவு உயரத்தில் அவர்கள் இருப்பது. மற்ருெரு கார ணம் ஒருவர் உட்கார்ந்து கொண்டிருப்பதைவிட நின்று கொண்டிருந்தால் ஈர்ப்பு மையம் அதிகமாக இருக்கும். அதனுல் இரண்டு அடுக்குகொண்ட பஸ்களில் மேல் அடுக்கில் பிரயாணிகள் நின்று கொண்டு செல்ல அனு மதிப்பது இல்லை.



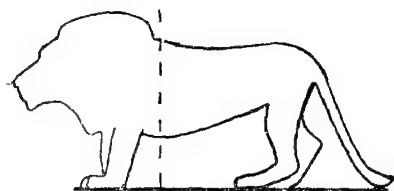
படம். 14

ஒரு பஸ் அல்லது டிராம் ஓடும்போது ஒரு பக்கமாகச் சாய நேர்ந்தால் அதற்குள் இருக்கும் எல்லோரும் அந்தப் பக்கமாகத் தள்ளப்படுவார்கள். இதன் காரண மாக ஈர்ப்பு மையம் இடம் பெயர்ந்து பீடத்துக்கு வெளியே போய்விடக்கூடும். இதனுல் பஸ்ஸே கவிழ்ந்து விடக்கூடிய அபாயம் நேரிடலாம். பஸ் சாயும் பக்கம்

விழாமல் எதிர்ப்பக்கம் செல்ல முயலும் எவரும் நாச விளைவு ஏற்படுவதைத் தடுப்பவர் ஆகிறார்.

விலங்குகளின் ஈர்ப்பு மையம்

விலங்குகள் மனிதனைவிட எளிதில் நடக்கக் கற்றுக் கொண்டு விடுகின்றன. காரணம் அவற்றின் பீடம் அகலமாக இருப்பதுதான். பெரிய தலையும் விசாலமான தோள்களும் கொண்ட சிங்கத்தைப் பார்ப்போம். (படம் 15.)



படம் 15

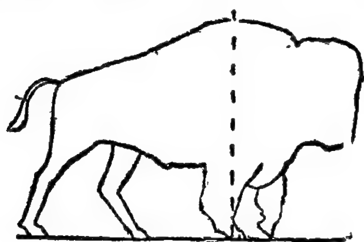
சிங்கத்தினுடைய எடையில் பெரும்பகுதி இவற்றில்தான் உள்ளது. உடல் பின்புறம் வரவர மெலிந்தும், பின் கால்கள் தாவிப் பாய ஏதுவாகப் பாதி வளைந்தும் உள்ளன. சிங்கத்தின் உருவ அமைப்பு அதனுடைய ஈர்ப்பு மையம், முன்கால்களுக்கருகில் இருக்கும் விதத்தில் அமைந்துள்ளது. வயிறு புடைத்துத் தொங்கிக் கொண்டிருந்தால் ஈர்ப்பு மையம் பின்புறம் இருக்கும். சிங்கம் தாவிப் பாயும்போது மடிந்திருக்கும் பின்கால்கள் திடீரென்று விடுபட்ட வில்போல நேராகின்றன. முழு அழுத்தமும் ஈர்ப்பு மையத்தில் செலுத்தப்படுகிறது. சிங்கத்தின் உடல் முன்னோக்கியும் மேலும் தள்ளப்படுகிறது.

இதர பெரிய விலங்குகளும் பொதுவான இவ்வழியிலேயே அமைந்துள்ளன. (படம் 16.) அவற்றின் பெரும் பகுதி எடையும், ஈர்ப்பு மையமும் முன் கால்களுக்கு அருகாமையிலேயே உள்ளன. காட்டெருமையின் உடலுடைய பெரும்பகுதி கனம் முன்புறம் உள்ளது. பின்பகுதி மெலிந்து உள்ளது. எருமைகளிலும் இதே அமைப்பு சில மாறுதல்களுடன் காணப்படுகிறது.

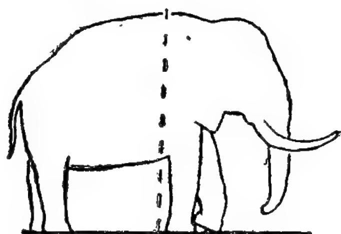
யானையின் உடலுடைய பெரும்பகுதி எடை முன் பக்கம்தான் உள்ளது. முன்பகுதி பருமனாக இருக்குமளா

வுக்குப் பின்புறம் இல்லை. (படம் 17.) யானைக்குக் கன மான துதிக்கை ஒன்று முன்புறம் இருக்கிறது. முன்கால் களுக்குப் பின்னால் உள்ள எடையில் பெரும்பகுதியை துதிக்கை சமநிலைப்படுத்தி விடுகிறது. இதனால் ஈர்ப்பு மையம் முன்னோக்கி அமைகிறது. யானையின் அகன்ற பாதங்களும் அதன் பெரும் கனத்தைத் தாங்குவதற்கான அகன்ற பீடத்தை வழங்குகின்றன.

பெரிய விலங்குகளுடைய உடலின் ஈர்ப்பு மையம் முன்புறம் இருக்கிறது என்ற விதிக்கு கங்காரு குறிப் பிடத்தக்க விலக்காகும். பெரிய விலங்குகளில் நேர் மாறான அமைப்புக் கொண்டது கங்காரு. இதன் எடை யில் பெரும்பகுதி வலுமிக்க பின் கால்களில் உள்ளது. தாவிக் குதிப்பதற்கு இக்கால்களைத்தான் அது பயன்



படம் 16.



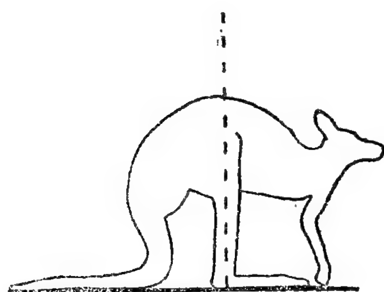
படம் 17.

படுத்துகிறது. சிங்கத்தினுடைய உடலின் பின்பகுதியைப் போல் கங்காருவினுடைய உடலின் முன்பகுதி மெலிந்து காணப்படுகிறது. ஈர்ப்பு மையம் பின் கால்களின் மீது உள்ளது. துதிக்கையைப் போன்ற பெரிய வால் சமநிலைப் படுத்தும் எடையாக உதவுகிறது. கங்காரு நீண்ட தூரம் தாவிக் குதிப்பதற்கு இது உதவுகிறது.

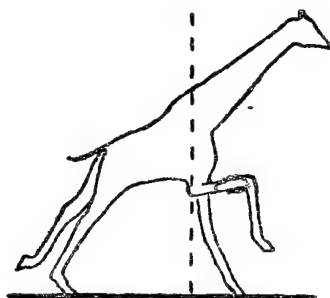
பெரிய விலங்குகளில் பல எதிரிகளிடமிருந்து வேக மாகத் தப்பியோடி தம்மைக் காத்துக்கொள்கின்றன. வேகமாக ஓடுவதற்கேற்ப அவற்றின் உடல் லேசாக

அமைந்துள்ளது. இவற்றின் பின்கால்கள் முன்னேக்கித் தள்ளுகின்றன. பார்க்கும்போது இவை முன்புறம் விழுந்து விடும் போலத் தோன்றும். ஆனல் அவ்வாறு நேராமல் முன்கால்கள் உரிய சமயத்தில் அவற்றின் நிலையை யடைந்து அடுத்து முன்னேக்கித் தாவ உதவுகின்றன.

ஒட்டைச்சிவிங்கியின் உருவ அமைப்பைப் பார்த்தால் அது வேகமாக ஓடுவதற்கேற்றவாறு அமைந்தது என்று கருதவும் முடியாது. உயர்ந்து நிற்கும் தலையுடன் கூடிய அது ஓட முடியும் என்று நினைத்துப் பார்க்கவும் முடியாது. ஆனல் வேகமாக ஓடும்போது ஒட்டைச்சிவிங்கி தன் நீண்ட கழுத்தை முன்னேக்கி நீட்டித் தன்



படம் 18.



படம் 19

உடலின் ஈர்ப்பு மையத்தை முன்புறம் இருக்குமாறு செய்கிறது (படம் 19.) வேகமாக ஓடும் இதர விலங்குகளைப் போலவே இதுவும் உரிய சமயத்தில் முன் கால்களைச் சரியான நிலையில் இருக்குமாறு செய்து முன்புறம் விழாமல் பார்த்துக் கொள்கிறது.

ஓடும் கலை

ஒரு மனிதன் ஓடும்போது, அனேகமாக வேகமாக ஓடும் விலங்கு போலவே நடந்து கொள்கிருன். ஈர்ப்பு மையம் முன் பாதத்தின்மீது இருக்கும்படியாக அவன்

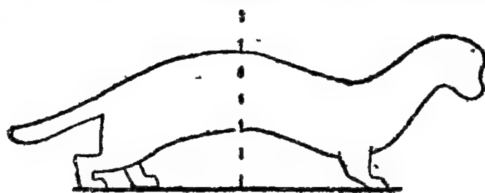
முன்னேக்கிச் சாய்கிருன். (படம் 20.) தொடர்ந்து அவன் முன்புறம் விழும் நிலையில் இருக்கிருன். கால்களின் இயக்கத்தால் அது தடுக்கப்படுவதுடன் அது முன்னேக்கிச் செல்லவும் உதவுகிறது. முன்புறம் எந்த அளவுக்குச் சாயவேண்டும் என்பதைக் கண்டறிவது ஓடுவதின் ஓரம்சமாகும். சிலர் அதிகம் உடலை வளைக்காமல் ஓடுவார்கள். வேறு சிலர் அதிகம் உடலை வளைத்துக் கொண்டு ஓடுவார்கள். நன்ருக ஓடத் தெரிந்தவர்கள், ஈர்ப்பு மையம் முன் பாதத்தின்மீது இருக்கும் விதத்தில் நமது உடலைச் சரிசெய்து கொள்வார்கள். முன்னேக்கி விழுவது போன்ற அபாயம் நேரும்போது ஓடுபவர் சற்றுப் பின்னே சாய்ந்து கொள்வார்.



படம் 20.

சிறிய விலங்கு—பெரிய பரப்பு

சிறு விலங்குகளுக்கு ஈர்ப்பு மையம் முன் கால்களுக்கருகில் இருக்க வேண்டியது அவ்வளவு முக்கியமானதல்ல. (படம் 21.) எடை குறைவாக இருப்பதால் அவை நீண்ட உடல் கொண்டதாக இருக்க முடியும்.



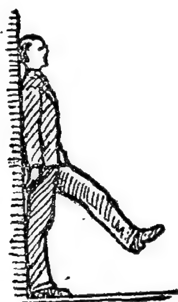
படம் 21.

நீண்ட உடலமைந்த ஒருவகை நாயைப் பார்த்திருக்கலாம், ஆனுல் வேட்டை நாய் அவ்வாறு இருக்க முடியாது. உடல் நீண்டிருந்தால் எடை குறைவாக இருக்க வேண்டும். நீண்ட உருவமுடைய ஒரு விலங்கு யானையைப் போன்று பெரும் உடலைக் கொண்டிருக்க முடி

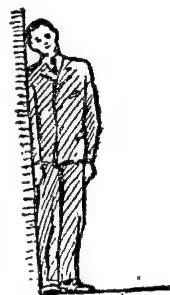
யாது. பெரிய விலங்குகளின் உருவ அமைப்பும் சிறிய விலங்குகளின் உருவ அமைப்பும் ஒன்றாக இருக்கமுடியாது.

சமநிலையைச் சரிசெய்தல்

ஓவியர்களுக்கு முக்கியமான ஓரம்சத்தை விளக்கும் எளிய சோதனை இது. ஒரு சுவற்றில் நமது முதுகும் குதிகாலும் பதிந்திருக்கும்படியாகச் சாய்ந்து நிற்கிறோம். (படம் 22.) சுவற்றிலிருந்து முதுகை நகர்த்தாமலும்



படம் 22.



படம் 23.

மற்றொரு பாதத்தை அசைக்காமலும் ஒரு காலை உயர்த்துகிறோம். இவ்வாறு செய்வது எளிதாக இருக்கிறது.

இப்போது ஒரு புஜம் சுவற்றில் அழுத்திக்கொண்டும் ஒரு பாதம் சுவற்றுக்குப் பக்கவாட்டிலும் இருக்கும் விதத்திலும் நிற்கிறோம். (படம் 23.) சாயாமல் மற்றொரு பாதத்தை உயர்த்த முயற்சிக்கிறோம். இது முடியாமல் இருப்பதைக் காண்கிறோம்.

முதல் சோதனையின்போது பாதத்தை உயர்த்துவது எளிதாக இருக்கிறது. மற்றொரு சோதனையின்போது அவ்வாறு செய்ய முடியவில்லை. இரு சந்தர்ப்பங்களிலும் உடல் இருக்கும்நிலை ஒன்றாகவே உள்ளது. ஏன் இப்படி?

நாம் நிமிர்ந்து நேராக நிற்க வேண்டுமானால் நாம் நிற்கும் பீடத்தின்மீது நமது உடலின் ஈர்ப்பு மையம் இருக்க வேண்டும் என்பது நமக்குத் தெரியும். நமது கால்களைச் சுற்றிக் கோடு வரைந்து இந்த பீடத்தைக் கண்டறியலாம். ஒரு காலை உயர்த்தும்போது பீடத்தை மற்றொரு கால் பொருந்தியுள்ள குறுகிய இடமாகக் குறைத்து விடுகிறோம். செங்குத்தாக நிமிர்ந்து நிற்பதற்காக அந்தப் பாதத்தின்மீது ஈர்ப்பு மையம் விழும் விதத்தில் நாம் நமது உடலைச் சரிசெய்து கொள்ள வேண்டியிருக்கிறது. முதல் சோதனையின் போது உடலைப் பக்க வாட்டில் சாய்ப்பதன் மூலம் நாம் உடனே சரி செய்து கொள்ள முடிகிறது. இரண்டாவது சோதனையில் அப்படி சரிசெய்து கொள்வது இயலாததாக இருக்கிறது. ஏனெனில் பக்கவாட்டில் சாய முடியாமல் சுவர் தடுக்கிறது.

நாம் ஒரு கை அல்லது காலைப் பக்கவாட்டில் உயர்த்தும்போது நமது ஈர்ப்பு மையத்தை அந்தப் பக்கமாக நகர்த்துகிறோம். சமநிலைக்கேற்ப உடலின் இதர உறுப்புகளையும் தானாகவே சரிசெய்து கொள்கிறோம். கால் அல்லது கையினுடைய இடப்பெயர்ச்சியை ஈடுசெய்ய அதை விட எடை கூடுதலான உடலைச் சிறிதளவு அசைப்பது போதுமானது. அவ்வாறு சரிசெய்வது எவ்வளவு முக்கியம் என்பதை இப்போதுதான் பார்த்தோம். இதனை சித்திரம் வரைபவர் நன்கு அறிந்திருக்க வேண்டும். இல்லாவிட்டால் அவர் வரையும் சித்திரங்கள் உண்மைக்கு மாறாகவும் அசாத்யமான ஒன்றாகவும் இருக்கும்;

சமநிலை பற்றிய சீனக் கதை

சீனாவில் வழங்கும் கதை ஒன்றுண்டு. ஓவியர் ஒருவர் தானியக் கதிர்மீது அமர்ந்திருந்த குருவியின் அற்புத

மான படம் ஒன்றை வரைந்தார். அந்த் ஓவியம் ஓராண்டுக் காலத்துக்கு மக்கள் பார்வைக்கு வைக்கப்பட்டிருக்கும். ஓவியத்தில் நியாயமான குறைகள் ஏதேனும் இருந்தால் யார் வேண்டுமானுலும் சுட்டிக் காட்டலாம். அப்படி யாரும் குறைகாண முடியாமல் இருந்தால் ஓராண்டுக் கால முடிவில் அந்த ஓவியர் ஆஸ்தான ஓவியராக நியமிக்கப்படுவார். அப்பதவிக்கேற்ற பெரும் வருவாயும் கௌரவமும் அவருக்குக் கிடைக்கும். பல மாத காலம் பறவையை ஆராய்ந்து ஓவியர் அதனைத் தீட்டியிருந்தார். பறவை தன் உடலைச் சமநிலையில் வைத்துக் கொண்டிருக்கும் நிலை, அதன் தலை கழுத்து போன்றவற்றின் அசைவு ஆகியவற்றையெல்லாம் நன்கு கண்டறிந்து தன் ஓவியத்தைத் தீட்டியிருந்தார். பல பெரியவர்களும், சித்திரக் கலைஞர்களும் படத்தைப் பார்வையிட்டனர். அவர்களால் எவ்விதக் குற்றமும் காண முடியவில்லை. பொருமை கொண்டவர்களும்கூட எதுவும் கூற முடியாது பொருமினர். ஓராண்டுக்காலம் முடிவை நெருங்கிக் கொண்டிருந்தது. படத்தை வரைந்த ஓவியர் பெருமையால் பூரித்துக் கொண்டிருந்தார். அன்றுதான் கடைசி நாள். படத்தைப் பார்த்த ஒரு விவசாயி வாய்விட்டு உரக்கச் சிரித்தார். ஓவியரும் அதிகாரிகளும் ஒருசேரத் திகைத்தனர். ''ஏன் சிரிக்கிருய்?'' என்று அவர்கள் அதட்டிக் கேட்டனர். ''தானியக் கதிர்மீது பறவை உட்கார்ந்திருக்கும்போது அது வளையாமல் இருப்பதை யாராவது பார்த்தது உண்டா?'' என்று கேட்டுவிட்டு அவர் மீண்டும் சிரித்தார்.

ஓவியர் பறவையை நன்கு கவனித்து குறைசொல்ல முடியாத விதத்தில் திருத்தமாகப் படத்தை வரைந்திருந்தார். ஆனல் சாதாரணமாக எவர் கண்ணிலும் படக்கூடிய எளிய அம்சம் ஒன்றை அவர் கவனிக்கத் தவறிவிட்டார்.

கப்பலில் ஈர்ப்பு மையம்

ஈர்ப்பு மையம் இருக்கும் இடம் கப்பல்களுக்குப் பெரிதும் முக்கியத்துவம் வாய்ந்ததாகும். ஒவ்வொரு கப்பலும் தனது எடைக்குச் சமமான நீரை வெளித் தள்ளுகிறது. இடம் பெயர்ந்த நீரின் ஈர்ப்பு மையத்தை நாம் கண்டறிந்தால் மிதப்பு மையம் (Centre of buoyancy) என்ற ஓரம்சம் இருப்பதைக் காண்போம். நீர் கப்பலை மேல் நோக்கி அழுத்துகிறது. அதன் காரண மாக அதனை மிதக்குமாறு செய்கிறது. மேல் நோக்கிய அழுத்தத்தை நாம் மிதப்பு மையத்திலுள்ள ஒரு செங் குத்தான ஆற்றலாகக் கருதலாம். ஒரு பொருளின் எடையை அதன் ஈர்ப்பு மையத்திலுள்ள ஆற்றலாகக் கருதுவது போன்றதுதான் இது.

நிறைய சாமான்களை ஏற்றிச்செல்லும் ஒரு கப்பலில் நாம் இருப்பதாக வைத்துக் கொள்வோம். அதன் ஈர்ப்பு மையம் உயரே உள்ளது. மிதப்பு மையத்துக்கு மேலேயும் அது இருக்கலாம். அசைவற்ற நீரில் மட்டமாக மிதக்கும் வரை சரிதான். இப்போது ஒருவர் கப்பலின் மேல் தளத் தைக் குறுக்கே கடந்து ஈர்ப்பு மையத்தைச் சிறிதளவு இடம் பெயரச் செய்துவிடுவதாகக் கொள்வோம். இப் போது அருகருகே இரு சக்திகள் உள்ளன. கீழே உள்ளது மிதப்பு மையத்திலுள்ள மேல் நோக்கிய அழுத்தம். மேலே உள்ளது ஈர்ப்பு மையத்தில் கீழ்நோக்கி இழுக்கும் கப்பலின் எடை. இந்த இரு சக்திகளின் விளைவு ஈர்ப்பு மையத்தைக் கீழ்நோக்கி இழுத்து கப்பலைக் கவிழச் செய் கிறது. ஈர்ப்பு மையம், மிதப்பு மையத்துக்குக் கீழே இருந்தால் இரு சக்திகளும் இப்போதும் ஈர்ப்பு மையத் தைக் கீழே இழுக்கவே செய்கின்றன. ஆனால் அது எங்கே இருக்க வேண்டுமென்று நாம் விரும்புகிறோமோ அங்குதான் இருக்கின்றது. கப்பல் லேசாக இடம்பெயர்ந் தால் நீரின் மேல்நோக்கிய அழுத்தமும், எடையின் கீழ்

நோக்கிய இழுப்பும் சேர்ந்து செயல்பட்டு கப்பலை சம நிலையில் இருக்கச் செய்கின்றன.

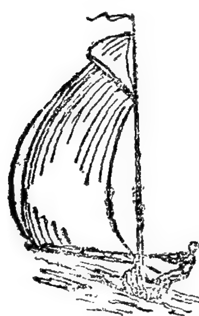
இது ஒன்றும் அவ்வளவு எளிதல்ல. கப்பலிலுள்ள பொருள்கள் நகர்த்தப்பட்டாலன்றி கப்பலின் ஈர்ப்பு மையம் குறிப்பிட்ட ஓரிடத்தில்தான் உள்ளது. ஆனால் கப்பல் உருளும் போது மிதப்பு மையம் மாறுகிறது. ஏனெனில் கப்பல் உருளும் பக்கத்தில் அதன் பெரும் பகுதி நீருக்குள் அமிழ்ந்திருக்கிறது. மற்றொரு பக்கத்தில் நீருக்குமேல் உயர்ந்திருக்கிறது. ஆயினும் ஈர்ப்பு மையம் கீழே இருப்பது நல்லது என்பது குறித்து நாம் நிச்சய மாக இருக்கலாம். கப்பல் காலியாக இருக்கும் போதை விட அதில் நிறையப் பளு ஏற்றப்பட்டிருக்கும்போது அது கவிழக்கூடிய அபாயம் குறைவாக உள்ளது. ஏனெ னில் அப்போது ஈர்ப்பு மையம் மிகக் கீழே உள்ளது. போதிய சாமான்கள் இல்லாமல் கப்பல் போக வேண்டி யிருந்தால் தொட்டிகளில் நீர்நிரப்பி ஏற்றிச் செல்வது வழக்கம்.

கப்பல் மட்டமாக மிதக்க வேண்டும். அதற்காக ஈர்ப்பு மையம் கப்பலின் நடுவில் இருக்கும் விதத்தில் சாமான்களை ஏற்றி நிரப்புகிறோம். சில சமயங்களில் புயல் வீசும்போது சாமான்கள் இடம் பெயர்ந்துவிட லாம். அத்துடன் ஈர்ப்பு மையமும் இடம் மாறும். அப் போது கப்பல் அபாயத்துக்குள்ளாகக்கூடும்.

பெரிய கப்பல்களில் அதன் சிப்பந்திகள் எந்த இடத் தில் இருந்தாலும் அது கப்பலின் ஈர்ப்பு மையத்தை அதிக அளவுக்குப் பாதித்துவிடாது. ஆனால் 'ஒரு சிறு படகில் சிப்பந்திகளும் பிரயாணிகளும் இருக்கும் இடம் மிக மிக முக்கியமானது, நீர்மேல் செல்லுமுன் அவரவர்க் குரிய இடத்தில் இருக்கச் செய்து படகு மட்டமாக மிதக்கச் செய்வது அவசியம்.

சில சமயங்களில் ஒரு படகிலுள்ள சிப்பந்திகள் தங்கள் இடத்தை மாற்றிக்கொள்ள வேண்டிய அவசியம் ஏற்படலாம். அப்போது எல்லா சிப்பந்திகளும் எழுந்து நிற்பதுதான் மிகவும் மோசமானது. இப்படிச் செய்வதன் மூலம் படகின் ஈர்ப்பு மையத்தை அபாயமான அளவுக்கு உயர்த்தி விடுகிறார்கள். இந்தப் பக்கமோ அல்லது அந்தப் பக்கமோ சிறிது சாய்ந்தாலும் படகு கவிழ்ந்து விடும். சிப்பந்திகள் ஒவ்வொருவராக ஊர்ந்து சென்று இடம் மாறுவதுதான் புத்திசாலித்தனமானது. எவ்வளவு தூரம் உடலைக் குனிந்துகொள்ள முடியுமோ அவ்வளவுக்கு செய்துகொள்ள வேண்டும். அப்போது தான் ஈர்ப்பு மையமும் கீழே இருக்கும்.

ஒரு சிறிய பாய்மரப்படகு நீர்மேல் செல்லும்போது பலமாகக் காற்று வீசினால் பாய்மரப் பக்கம் சாய்ந்து கவிழ்ந்துவிடக்கூடும். இவ்வாறு நேராமல் தடுப்பதற்காக படகு ஆழமாகவும் கனமானதாகவும் செய்யப்படுகிறது.



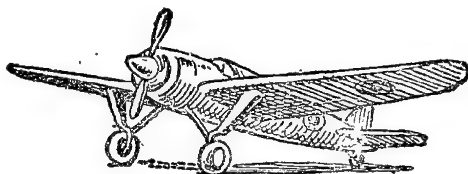
படம் 24.

இதன்மூலம் ஈர்ப்பு மையம் கீழே இருக்குமாறு செய்யப்படுகிறது. படகின் அகன்ற மேற்புறம் நீரின் எதிர்ப்புக்குப் பெரும் மேற்பரப்பை வழங்குவதன் மூலம் பக்கவாட்டில் சாயாமல் தடுக்கும் அதிகப்படியான சாதகமும் இதில் இருக்கிறது. பெரும் காற்று வீசும்போது இதுவும் போதாமல் இருக்கலாம். அப்போது படகிலுள்ளவர்கள் பின்னோக்கிச் சாய்வது வழக்கம். (படம் 24.) ஈர்ப்பு மையத்தை அந்தப் பக்கம் பெயருமாறு செய்வதன்மூலம் அவர்கள் படகு மட்டமாக மிதக்க உதவுகிறார்கள்.

விமானத்தின் ஈர்ப்பு மையம்

ஒரு விமானத்தின் ஈர்ப்பு மையம் அதன் கீழ்ப்பகுதியில் உள்ள சக்கரங்கள் அமைந்துள்ள பீடத்துக்குள்

ஏதாவது ஓரிடத்தில் இருக்க வேண்டும். விமானத்தின் கீழ்ப்பகுதியில் சாதாரணமாக முன்புறம் இரண்டு பிரதான சக்கரங்களும் வால்புறத்தில் ஒரு சிறிய சக்கரமும் இருக்கும். (படம் 25.) ஈர்ப்பு மையம்



படம் 25.

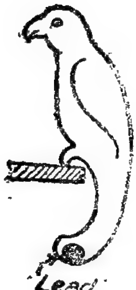
பிரதான சக்கரங்களுக்குக் கணிசமான அளவுக்குப் பின் புறம் இருக்க வேண்டும். அப்போதுதான் விமானம் தரையில் இறங்கும்போது முன்புறம் விழுந்து மோதாமல் இருக்க முடியும். தரையுடன் ஏற்படும் உராய்தலின் காரணமாக விமானத்தின் கீழ்ப்பகுதி நிற்கத் தொடங்கும்போது மேல் பகுதியின் ஜடத்தன்மை அதனை இன்னும் முன்னேக்கிச் செல்ல வைக்கிறது என்பதை நாம் நினைவில் கொள்ள வேண்டும். ஓடும் ரயிலிலிருந்து இறங்கும் மனிதரைப் போல, பின்னேக்கிச் சாய்ந்து கொண்டு வால் பகுதியை முதலில் கீழிறங்கச் செய்கிருர். ஈர்ப்பு மையம் ரொம்பவும் பின்பகுதியிலும் இருக்கக்கூடாது. ஏனெனில் இறக்கைகளில் மேல் நோக்கி அழுத்தும் காற்றுக்கு விமானத்தின் எடை சமநிலையில் இருக்கவேண்டும். முன்புறமுள்ள பிரதான சக்கரங்களுக்கு முன்னுல் ஈர்ப்பு மையம் இருக்கிறது.

சமநிலை பொம்மைகள்

ஈர்ப்பு மையம் முடிந்த அளவுக்குக் கீழே இருப்பது அவசியம். அல்லது அவ்வாறிருப்பது சாதகமானது என்பதைப் புலப்படுத்தும் பல அம்சங்களை இதுவரை பார்த்

தோம். அதிகபட்ச அளவுக்கு ஈர்ப்பு மையம் கீழே இருப்பதில் மற்ெருரு அதிகப்படியான சாதகமும் உள்ளது. அத்தகைய பொருள் சிறிது சாய்ந்தாலும் அதனுடைய எடை, ஈர்ப்பு மையத்தைக் கீழ்நோக்கி இழுப்பதால் பொருள் தன் பழைய நிலையை அடைகிறது.

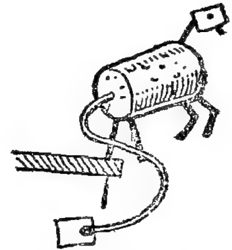
இந்தத் தத்துவத்தை அடிப்படையாகக் கொண்ட கிளிப்பொம்மை ஒன்றை நாம் செய்யலாம். (படம் 26.) கனமான அட்டையில் கிளியின் உருவம் வரைந்து கத்தரிக்கோலால் வெட்டி எடுத்துக் கொள்கிறோம். கிளி உருவம்தான் பொருத்தமானது. ஏனெனில் உடலும் வாலும் ஒரே வளைவாக இருக்கும்படி அதனை வரையலாம்; நகத்தை சமநிலை இடமாகக் கொள்ளலாம். கிளியின் படம் வரையும் போதே இதையெல்லாம் மனதில் கொண்டு செய்ய வேண்டும். ஈர்ப்பு மையம் நகத்துக்குக் கீழே இருக்கும்படியாக வால் பகுதியை கனமுள்ளதாக்குகிறோம். ஈயம் அல்லது இரும்புத் துண்டை ஒட்டி கனத்தை அதிகரிக்கலாம். ரொம்பவும் கனமாக இருக்க வேண்டியது இல்லை. ஒரு மரத்துண்டில் நகம் பதிந்திருக்கும்படியாகக் கிளி பொம்மையை நிறுத்துகிறோம். அப்போது அது செங்குத்தாக நிற்க வேண்டும். இதற்கு எடையைச் சற்று சரிசெய்வது அவசியமாக இருக்கலாம். காற்று வீசும்போது அல்லது யாராவது அசைத்து விடும் போது கிளி மெதுவாக இப்படியும் அப்படியும் ஆட வேண்டும் என்பதே நமது நோக்கம்.



1. ஈயம்
படம் 26.

இதுபோன்ற வேறொரு பொம்மையை இரண்டு கார்க்குகள், சில நெருப்புக் குச்சிகள், ஒரு கம்பித்துண்டு, ஒரு சிறு எடை ஆகியவற்றைக் கொண்டு செய்யலாம். (படம் 27.) விலங்குபோல் தோற்றமளிக்கும் பொம்மை

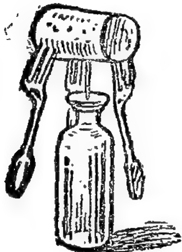
இது. உடலுக்கு ஒரு பெரிய கார்க்கையும் தலைக்கு ஒரு சிறிய கார்க்கையும் உபயோகிக்கலாம். இரண்டையும் ஒரு நெருப்புக் குச்சியால் இணைக்கவும். முன் கால்களுக்கு இரண்டு நெருப்புக் குச்சிகளை வளைத்து செருகவும். பின் கால்களுக்கு நேரான இரண்டு குச்சிகளை செருகவும். வாலுக்குக் கம்பியை உபயோகப்படுத்தவும். கம்பியை வளைத்து ஒரு முனையை கார்க்கில் செருகிவிட்டு மறுமுனையில் எடையைக் கட்டிவிடவும். ஒரு மேஜையின் விளம்பில் பொம்மையை நிற்க வைத்து முன்னும் பின்னுமாக ஆடச் செய்யலாம். எடை மேஜைக்கடியில் மறைந்திருக்க பொம்மை ஆடுவது வேடிக்கையாக இருக்கும்.



படம் 27.

அசாதாரண சமநிலை

சமநிலைத் தத்துவத்தைக் கையாண்டு முள்கரண்டிகளை உபயோகித்து பல தந்திர விளையாட்டுக்களைச் செய்யலாம். அவற்றுள் மிகவும் எளிதான ஒன்றை இங்கு காண்போம். (படம் 28.) முதலில் ஒரு கார்க்கில் தையல் ஊசியின் காதுப் பக்கத்தைச் செருகிக் கொள்கிறோம். கூர்மையான முள் கரண்டிகள் நமக்கு வேண்டும். கார்க்கைச் சுற்றி சமதூரத்தில் இரண்டு அல்லது மூன்று முள் கரண்டிகளைக் குத்தி வைக்கிறோம். அவை கீழ்நோக்கி நேராகத் தொங்குமாறு இருக்க வேண்டும். அதிகப் பருமன் இல்லாத ஒரு புட்டியின் வாயில் ஒரு பைசாவை வைக்கிறோம். கார்க்கில் செருகியுள்ள ஊசியின்முனை கார்க்கின் மத்தியில் இருக்கும்படி வைக்கிறோம். இவ்வாறு சரி



படம் 28.

யாகச் செய்வதற்கு சிறிது முயற்சி தேவைப்படும். ஈர்ப்பு மையம் ஊசி முனையில் இருப்பதால் இது சமநிலையில் நிற்பதில் சிரமம் இராது. மெல்ல அசைத்தாலே போதும் முள்கரண்டிகள் சுழலத் தொடங்கும். ஊசி முனைக்கும், காசுக்குமிடையே உராய்தலின் காரணமாக நிற்பதற்கு முன்பு முள்கரண்டிகள் பலமுறை சுற்றிவிடும். ஊசிமுனையைப் புட்டியின் கழுத்து விளிம்பிலும் நிற்கச் செய்யலாம்.

உடலைச் சமநிலைப் படுத்துதல்

நின்று கொண்டிருக்கும் ஒரு மனிதன் சில வினாடிகளுக்கு உணர்விழந்தால் விழுந்து விடுகிறான். ஒவ்வொரு முறை நாம் நிற்கும்போதும் எத்தகைய மகத்தான காரியத்தைச் செய்கிறோம் என்பதை நம் நினைவுக்கு கொண்டுவர இது செய்கிறது. நின்று கொண்டிருப்பது களைப்பூட்டுவதாக எவ்வாறு இருக்கமுடியும் என்பதற்கும் இது விளக்கம் தருகிறது. உடலும் உறுப்புகளும் தொய்ந்துவிடாமல் இருக்கத் தசைகள் விறைத்துக் கொண்டு இருக்க வேண்டியுள்ளது. அத்துடன் பாதங்கள் பதியும் குறுகிய இடத்துக்குள் ஈர்ப்பு மையம் இருக்கும் படியாக எப்படியாவது நாம் பார்த்துக்கொள்ள வேண்டியுள்ளது. பக்கவாட்டில் சாயும் ஒவ்வொரு முயற்சியையும் தடுத்து நிறுத்த நமது நரம்பு மண்டலத்தின் ஏதோ ஒரு பகுதி விழிப்புடன் இருக்க வேண்டியிருக்கிறது. உரிய சமயத்தில் அதற்குரிய தசையை விறைத்துக் கொள்ளுமாறு அல்லது நெகிழ்ந்து கொடுக்குமாறு அது தூண்ட வேண்டியுள்ளது.

நாம் செங்குத்தாக நிற்பதற்கு முயற்சி தேவைப்படுவதுடன் கண்களின் உதவியும் வேண்டியிருக்கிறது. ஒரு காலில் நிற்போம். கண்கள் திறந்திருக்கும்போது இவ்வாறு நிற்பது கஷ்டமாக இருப்பது இல்லை. இப்போது

கண்களை மூடிக்கொள்வோம். இரண்டொரு விநாடிகளில் நாம் ஆடத் தொடங்குவோம். இதற்கும் மேலாக நாம் என்ன செய்கிறோம் என்பதை நாம் உணர்ந்தும் இருப் போம். ஒருகால் படிந்துள்ள சிறிய இடத்துக்குள் நமது ஈர்ப்பு மையம் இருக்கும்படியாகச் செய்து கொண்டும் இருப்போம்.

ஒரு நண்பரைக் கொண்டு இவ்வாறு செய்து வேடிக்கை பார்க்கலாம். ஒரு காலை உயர்த்திக் கண்களை மூடிக்கொண்டு எவ்வளவு நேரம் அவரால் நிற்கமுடி கிறது என்று பார்த்து அனுபவிக்கலாம்.

மீனினுடைய சமநிலை

மீன் செங்குத்தாக எவ்வாறு நிற்கிறது? எத்திசை மேலே, எது கீழே என்பது அதற்கு எப்படித் தெரியும்? அதன் எடை முழுவதும் நீரினால் தாங்கப்படுகிறது. எனவே நம்மைப் போல காட்டுவதற்கு அதற்கு எடை கிடையாது. அப்படி இருந்தும் மீன் அதனை அறிந்திருக் கிறது. உடல் செங்குத்தாக இருக்கும் விதத்தில் நீந்து கிறது.

ஒளி வரும் திசை உதவக்கூடும். ஆயினும் அது பிரச் னைக்குப் பரிகாரம் அல்ல. பக்கவாட்டில் ஒளி யூட்டப் படும் காட்சி சாலைத் தொட்டிகளிலும் மீன் செங்குத்தா கவே நிற்கிறது. உயிருள்ள மீனின் பிரச்னைக்கு உயி ரிழந்த மீன் விடையளிக்கிறது. உயிரிழந்த மீன் தன் பக்க வாட்டில்தான் மிதக்கிறது. அதுதான் நிலையான சமநிலை யாகும். செங்குத்தாக நிற்பதற்குச் சிறிதளவேயாயினும் முயற்சி தேவைப்படுகிறது. மேல், கீழ்திசைகளை மீனுக்கு உணர்த்துவதற்குப் போதுமானதாக இம் முயற்சி தோன்றுகிறது. மீன் நோய்ப்படும்போது இந்த வேறு பாட்டைக் காணலாம். அப்போது மீனுடைய கீழ்ப்பகுதி யில் வெண்மை நிறம் புலப்படும். பார்த்தவுடனேயே

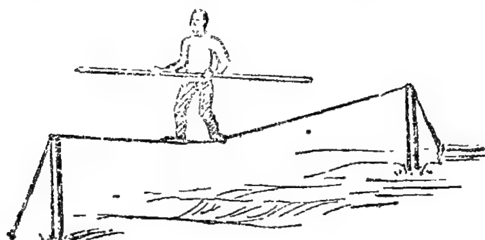
அதற்கு உடல் நலமில்லை என்பதை உணரலாம். அப்போது செங்குத்தாக நிற்பதற்கு வேண்டிய சிறிதளவு முயற்சியையும் மேற்கொள்ள முடியாத நிலையில் அது இருக்கிறது.

நீர்மூழ்கிக் கப்பலின் சமநிலை

நேராக நிற்கும் முறையில் நீர்மூழ்கிக் கப்பல் மீனுக்கு நேர் எதிரானது. நிலத்தில் வாழும் விலங்குகளைப் போலவே மீனும் நிலையற்ற சமநிலையில் நின்று உயிர் வாழ்கிறது. நீர்மூழ்கிக் கப்பல் அப்படி இருக்க முடியாதல்லவா? உயிரற்ற பொருள்களுக்கு ஈர்ப்பு மையம் கீழே இருக்கும்படியாகச் செய்து நிலையாக இருக்கும்படி செய்வதுதான் நல்லது.

கயிற்றின் மேல் நடத்தல்

கயிற்றின்மீது நடக்க முற்படும் எவருக்கும் இறுக்கிக் கட்டப்பட்ட உறுதியான கயிறும், சமநிலை பற்றிய தேர்ந்த உணர்வும், நிறையப் பயிற்சியும் தேவை. கயிற்றின்மீது நடப்பவர் தனது ஈர்ப்பு மையத்தை சமநிலைப் படுத்த வேண்டியிருக்கும் இடம் மிகவும் குறைவு. கயிற்றின் கனம் எவ்வளவோ அதுதான். (படம் 29.) சமநிலைக்



படம் 29.

கோல் அத்தியாவசியமானது. கோல் இல்லாவிட்டால் உடலை அசைத்துத்தான் சமநிலையில் இருக்க முடியும்,

சிறிய அசைவும் ஈர்ப்பு மையத்தைத் பெருமளவுக்கு இடம் பெயரச் செய்துவிடும். கோலை வைத்துக்கொண்டு சமநிலையைச் சரிசெய்து கொள்வது மிகவும் எளிது. தான் சாயாமல் கோலைச் சாய்த்து சரிசெய்து கொள்ளமுடியும்.

கயிற்றின்மீது நடப்பதில் பெரும் சாதனை புரிந்தவர் பிளாண்டின் என்பவர். ஓர் ஏரியின் குறுக்கே கயிற்றைக் கட்டி அதன்மீது நடந்து நடுப்பகுதியை அடைந்த அவர் கோலைக் கயிற்றில் கட்டி விட்டு அங்கு நின்றவாறே சமையல் செய்யும் பாவனையில் காரியங்கள் செய்து காட்டினார்.

நயாகரா அருவிக்குக் குறுக்கே கயிற்றைக் கட்டி அதன்மீது நடந்தும் அவர் காட்டினார். பேரிரைச்சலுடன் விழும் நீர்த் தாரையின் ஒலியையும் பயங்கரத் தோற்றத்தையும் கண்டு அவர் உறுதி சிறிதும் குலையவில்லை. மற்றொரு முறை தன் முதுகின் மீது இன்னொருவனை சுமந்துகொண்டு இவ்வாறு நடந்தார். அவர் உள்ள உறுதி மிக்கவர்; அதனால் சிறிதும் தடுமாறவில்லை. ஆனால் முதுகில் அமர்ந்திருந்தவர் உள்ளம் கலங்கி உடல் உதறத் தொடங்கவே இருவருக்குமே அழிவு ஏற்படும் போல் இருந்தது. "பேசாமல் இருக்கிறாயா? இப்படியே தூக்கி எறிந்து விடட்டுமா?" என்று மிரட்டி அவருடைய நடுக்கத்தைப் போக்கி எப்படியோ பத்திரமாக வந்து சேர்ந்தார்.

கயிற்றின்மீது நடப்பவரைவிட கம்பியின்மீது நடப்பவருக்கு உள்ள பீடம் மேலும் குறுகலானது. ஓரளவு உயரத்துக்குத்தான் கம்பி கட்டி நடப்பது வழக்கம். அவசிய மேற்பட்டால் சட்டென்று கீழே குதித்துவிடக் கூடிய உயரத்தில்தான் இருக்கும். கோலுக்குப் பதிலாகக் கம்பியின் மேல் நடப்பவர் கையில் லேசான குடையை வைத்திருப்பார். குடையைத் தலைக்குமேலே

பிடித்துக்கொண்டு தேவையான போது பக்கவாட்டில் அசைத்து சமநிலையை சரிசெய்து கொள்வார்.

சமநிலையைப் பயன்படுத்திச் செய்யப்படும் இச் சாதனைகள் குறித்து கடைசியாகக் குறிப்பிட வேண்டிய ஓரம்சம் உண்டு. கயிறு அலலது கம்பிமீது நடக்கும்போது வலது அல்லது இடது பக்கம் சமநிலையைச் சரிசெய்து கொள்வதுதான் அவசியம். கயிறு அல்லது கம்பியின் நீள வாட்டில், ஒருவர் தரைமீது நின்று கொண்டிருந்தால் பீடம் எவ்வளவு இருக்குமோ அவ்வளவுதான் இருக்கும்.

காற்றின் அழுத்தம்

எடையுள்ள எந்தப் பொருளும் அதன் எடை காரணமாகக் கீழ்நோக்கி அழுத்துகிறது. வேறு எதையும் போலவே காற்றும் கீழ்நோக்கி அழுத்துகிறது.

காற்றினுடைய எடையைப் பார்க்கும்போது அது அவ்வளவு இருப்பது குறித்து சில சமயங்களில் வியப்பேற்படும். காற்றின் மென்மை பற்றிய மிகையான எண்ணமே இதற்குக் காரணம். காற்றை அளப்பது மிகவும் எளிது. பள்ளிகளில் செய்யப்படும் சாதாரண பரிசோதனையைப் போன்றது அது. நாம் செய்ய வேண்டியதெல்லாம் இதுதான். முற்றிலும் காற்று நீக்கப்பட்ட ஒரு டப்பியை முதலில் நிறுத்துப் பார்க்க வேண்டும். பின்னர் அதற்குள் காற்றைச் செலுத்தி எடை அதிகரிப்பைக் கணக்கிட வேண்டும். இந்தக் காற்றை அளவு ஜாடியில் போகச் செய்து அதன் பரிமாணத்தைக் காணலாம். இவ்வளவு பரிமாணம் உள்ள காற்று இத்தனை எடையுள்ளது என்பதையறிகிறோம். இதுபோல எவ்வளவு பரிமாணமுள்ள காற்றின் எடையையும் நாம் கண்டறிய முடியும்.

ஒரு கன அடி காற்று சுமார் ஒன்றே கால் அவுன்ஸ் எடை உள்ளது. எனவே 100 சதுர அடி காற்று 8 பவுண்டு எடையுள்ளதாக இருக்கிறது.

நாம் எதிர்பார்த்ததைவிட இது அதிகமாக இருந்த போதிலும்கூட இது ஒன்றும் பெரிதல்ல என்று எண்ணலாம். நீரின் எடையுடன் ஒப்பிட்டுப் பார்க்கும்போது நிச்சயமாக இது மிகவும் குறைவுதான். ஒரு சதுர அடி நீரின் எடை 62½ பவுண்டு ஆகும். எனவே 100 சதுர அடி நீரின் எடை 6250 பவுண்டு. அல்லது இரண்டரை

டன்னுக்கு மேல். ஆனால் காற்றின் எடையும் புறக்கணிக்கக் கூடிய ஒன்றல்ல.

ஓர் அறையிலுள்ள காற்று எவ்வளவு எடை இருக்கும்?

20அடி நீளம் 16 அடி அகலம் 10அடி உயரம் உள்ள ஓர் அறையை எடுத்துக்கொள்வோம். அதன் பரிமாணம் $20 \times 16 \times 10 = 3200$ கன அடி. இந்த் அளவு பரிமாணமுள்ள காற்று $\frac{3200 \times 8}{100} = 256$ பவுண்டு எடை உள்ளதாக இருக்கும். இது இரண்டேகால் அந்தருக்கு மேல்.

வளி மண்டலத்தின் எடை

வளி மண்டலத்தின் (Atmosphere) எடை பற்றி சில சமயங்களில் கூறப்படுவது உண்டு. அந்த எண்ணிலுள்ள பூஜ்யங்களைக் கணக்கிடும்போது அது பெரிய எண்ணுகத் தோன்றும். ஆனுல் அதைக் கண்டு பயந்துவிடக்கூடாது. மாருக அது எங்கிருந்து வருகிறது என்று ஆராய முற்பட வேண்டும். மிக எளிய கணக்கின் விளைவாகக் கிடைக்கும் விடை இது.

வளி மண்டலத்தின் எடையைக் கணக்கிடத் தொடங்குவது எப்படி? இரண்டு எண்களுடன் தொடங்குகிறேம். உலக முழுவதின் பரப்பளவு சுமார் 200 மிலியன் சதுர மைல். ஒவ்வொரு சதுர அங்குலப் பரப்பின்மீதும் 14·7 பவுண்டு எடையுள்ள காற்று அழுத்திக் கொண்டிருக்கிறது. இந்த எண்கள் எப்படி கிடைத்தன என்று ஆச்சரியப்படலாம். உலகம் அளக்கப் பட்டிருக்கிறது. அதன் விட்டம் நமக்குத் தெரியும். அதிலிருந்து நாம் அதன் பரப்பைக் கணக்கிட முடியும். 14·7 பவுண்டு என்பதை பாரமானியைப் பார்த்து அறிகிறேம்.

சதுர மைல்களை நாம் சதுர அங்குலங்களாக மாற்ற வேண்டும். ஒரு மைல் 5280 அடி. எனவே ஒரு சதுர மைல் 5280^2 அல்லது 5280×5280 சதுர அடியாகும். ஒரு சதுர அடி $12^2 = 144$ சதுர அங்குலமாகும். எனவே ஒரு சதுர மைல் $5280 \times 5280 \times 144$ சதுர அங்குலமாகும்.

200 மிலியன்சதுர மைல் என்பது.

$200,000,000 \times 5280 \times 5280 \times 144$ சதுர அங்குலம் மிகப்பெரிய எண்தான் இது. ஆனல் பயப்பட வேண்டியதில்லே.

முழு பரப்பின் மீதும் அழுத்தும் காற்றின் எடையைக்காண 14·7ல் பெருக்குகிறேம். இது வளி மண்டலத்தின் எடையை பவுண்டில் தருகிறது. அதனை டன்னில் கணக்கிட 2240ல் வகுக்கிறேம். வளி மண்டலத்தின் எடை—

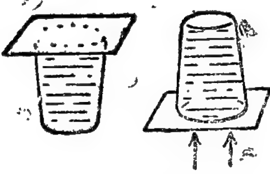
$$\frac{200,000,000 \times 5280 \times 5280 \times 144 \times 14 \cdot 7}{2240} \text{ டன்.}$$

இதற்கு விடையாக கிடைப்பது 5,269,017,600,000,000 டன். உலகின் சரியான பரப்பு 200 மிலியன் சதுரமைல் தானென்றும் ஒவ்வொரு சதுர அங்குலத்தின் மீதும் அழுத்தும் காற்றின் எடை 14·7 பவுண்டு என்றும் உத்தேசமாகத்தான் நாம் கணக்கிடுகிறேம். எனவே வளி மண்டலத்தின் எடை உத்தேசமாக 5,300,000,000,000,000 என்று கூறலாம். உண்மையான எடையைவிட இது அதிகம்தான். ஏனெனில் கடல் மட்டத்துக்கு மேல் உள்ள கண்டங்களின் உயரத்தை நாம் கணக்கில் எடுத்துக் கொள்ளவில்லே. நாம் சொல்ல கூடியதெல்லாம் வளி மண்டலத்தின் எடை சுமார் 5000 மிலியன் டன் என்றுதான்.

இவ்வளவு பெரிய காற்றுக்கடல் பூமியின் மேற்பரப்பிலும், நாம் உள்பட அதிலுள்ள எல்லாவற்றின் மீதும் அழுத்திக் கொண்டிருக்கிறது. காற்றின் அழுத்தம் பற்றி நாம் கவலேப்படுவதே இல்லே. ஏனெனில் நம்மைச்

சுற்றிலும் அது ஒரே சீராக இருக்கிறது. இந்த சமநிலையில் ஏதாவது தவறு நேரும்போதுதான் காற்றழுத்தத்தின் முக்கியத்துவத்தை நாம் உணர்கிறோம். உட்புறமோ அல்லது வெளியிலோ அழுத்தத்தில் சில வேறுபாடு தோன்றும்போது காதில் இரைச்சல் ஏற்படுகிறது.

காற்றின் அழுத்தத்தை நிரூபித்துக் காட்ட நாம் ஒருபுறத்தில் அழுத்தத்தைக் குறைத்தால் மறுபக்கத்தில் அழுத்தம் இருப்பதை உணர முடியும். இதற்கு ஒரு பரிசோதனை உண்டு. (படம் 1.) ஒரு அகன்ற கிண்ணத்தில் நீரும், ஒரு தம்ளரும், தம்ளரின் திறந்த பகுதியை மூடுவதற்கு ஒரு துண்டுக் காகிதமும் இதற்கு வேண்டும். தம்ளரை நீரினால் நிரப்புகிறோம். அதன்மீது காகிதத்தை வைத்து அழுத்திக் கொள்கிறோம். அப்படியே தம்ளரைத் தலைகீழாகக் கவிழ்த்து கையை எடுத்து விடுகிறோம். நீர் அதற்குக் கீழேயுள்ள காற்றின் அழுத்தத்தினால் தாங்கப்பட்டு கீழே விழாமல் இருப்பது கண்டு வியப்பேற்படும். மேல்நோக்கிய அழுத்தம் என்பதைக் கவனிக்கவும். காகிதம் வைப்பதின் நோக்கம் நீர்ப்பரப்பு மட்டமாக இருக்கச் செய்வதற்காகும். காகிதத்தை எடுத்துவிட்டால் நீர், துளிகளாகச் சிதறுண்டு கீழே விழுந்துவிடும்.



படம் 1.

தட்டைத் தூக்குதல்

இதோ மற்றொரு தந்திர விளையாட்டு. இது மிகவும் எளிது. இதற்கு ஒரு சிறு தட்டும் ஒரு உருளைக்கிழங்கும் வேண்டும். (படம் 2.) உருளைக்கிழங்கை இரண்டாக வெட்டி, ஒரு பாதியைத் தட்டின்மீது வைத்து அழுத்தித் தேய்ப்பதன் மூலம் இடையிலுள்ள காற்றை



படம் 2.

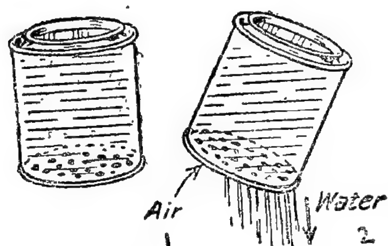
வெளிப்படுத்துகிறோம். பிறகு அப்படியே கிழங்கைத் தட்டின் நடுப்பகுதிக்குக் கொண்டு வந்து அதைத் தூக்குகிறோம். கிழங்குடன் தட்டும் ஒட்டிக்கொண்டு மேலே வருகிறது. மேலேயுள்ள அதிகமான காற்றழுத்தத்தினுல் கிழங்கு தட்டுடன் ஒட்டிக் கொள்கிறது. அதிக உயரத்துக்கு தூக்காமல் இருப்பது நல்லது. ஏனெனில் நாம் இதற்கு நம்பியிருக்கும் காற்றழுத்தத்தின் வேறுபாடு மிகவும் குறைவானது. மேலும் உருளைக்கிழங்குக்கு கீழேயுள்ள இடத்தில் காற்றுப் புகுந்துவிடக் கூடிய அபாயமும் இருக்கிறது.

வியப்பூட்டும் விளைவு

காற்றின் அழுத்தம்பற்றிய மிகவும் எளிய, வியப்பூட்டும் ஒரு பரிசோதனை இது. நீரின் அழுத்தம்பற்றியும் இதில் அறியலாம், விளைவு மிகவும் அசாதாரணமாக இருக்கும். எனவே ஒவ்வொருவரும் செய்து பார்ப்பது நல்லது, நான் இதைச் செய்து பார்த்தபோது பெரிதும் ஆச்சரியமடைந்தேன். என்ன நேரவேண்டுமோ அது தான் நேர்ந்தது. ஆயினும் அவ்வளவு ஆற்றல் உள்ளதாக அது இருந்ததுதான் வியப்படையச் செய்தது. நமக்கு வேண்டிய கருவிகள் ஒரு சர்பத் டப்பி, சுத்தி, துளை போடுவதற்கு ஒரு ஆணி ஆகியவைதாம். சர்பத் டப்பியின் மூடி நன்கு இறுக்கமாக மூடிக்கொள்ளுமாதலால் மற்ற டப்பிகளைவிட இதை உபயோகிப்பது நல்லது.

டப்பியின் கீழ்ப்புறத்தில் ஆணியினுல் அடித்து பத்து பன்னிரண்டு துளை போடுகிறோம். துளை போடும் இடத்துக்குக் கீழே ஒரு மரத்துண்டை வைத்து ஆணியடிப்பது நல்லது. இது டப்பி நசுங்காமல் இருக்க உதவும். (படம் 3.)

ஒரு கிண்ணத்திலுள்ள நீரில் டப்பியை அமுக்கி அதில் நீரை நிரப்பிப் பின் வெளியே எடுக்கிறோம். துளைகளின் வழியாக நீர் தாரையாக விழுகிறது. மீண்டும் டப்பியில் நீர் நிரப்பி அதனை இறுக மூடிவிடுகிறோம். டப்பி நீருக்குள் இருக்கும்போது இவ்வாறு செய்வது எளிது. டப்பியை வெளியே எடுத்து மட்டமாகப் பிடித்துக் கொள்கிறோம். கீழ்ப் பகுதி துளைகள் நிரம்பியதாக இருந்தபோதிலும் இப்போது நீர் அவற்றின் வழியே வெளிப்படுவது இல்லை. டப்பியை ஒரு பக்கமாகச் சாய்த்துப் பிடிக்கிறோம். கீழ்ப்புறமுள்ள துளைகள் வழியே நீர் உடனே வெளிப்படுகிறது, மீண்டும் டப்பியை மட்டமாகப் பிடித்துக் கொள்கிறோம். இப்போது நீர் வெளிப்படுவது நின்று விடுகிறது. நாம் விரும்புகிற விதத்தில் நீர் கொட்டவோ, கொட்டாமல் இருக்கவோ செய்ய முடிகிறது.



1. காற்று 2 நீர்
படம் 3.

மீண்டும் டப்பியில் நீர்பரப்பி இறுக மூடி மட்டமான பரப்பில் அப்படியே வைத்து விடுவோம். பல மணி நேரங் கழித்துப் பார்த்தாலும் நீர் சிறிதும் வெளிப்படாமல் அப்படியே இருக்கும்.

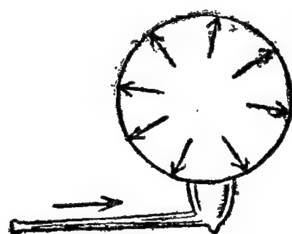
வியப்பூட்டும் இந்த விளைவு ஏற்படுவது ஏன்?

திறந்த டப்பியைப் பொறுத்வரை சிரமம் எதுவும் இல்லை. அதிலுள்ள நீர் அதன் எடை காரணமாக கொட்டுகிறது, இறுக்க மூடியதும் நீர் வெளிப்படுவது நின்றுவிடுகிறது. ஏனெனில் நீரின் இடத்தில் இடம்பெற காற்று உட்புக முடிவதில்லை. காற்றின் மேல்நோக்கிய அழுத்தம் சிறிய துளைகளில் நீரைத் தாங்குவதற்குப்

போதுமானதாக இருக்கிறது. நீர் துளிகளாகச் சிதறுண்டு விழச்செய்யும் விதத்தில் துளைகள் அவ்வளவு பெரியவை யுமல்ல. டப்பியை சாய்க்கும்போது சமநிலை குலைகிறது. மேல்துளைகளைவிட கீழ்த்துளைகளில் கீழ்நோக்கிய நீரின் அழுத்தம் அதிகமாக உள்ளது. எனவே கீழ்த்துளைகள் வழி யாக நீர் வெளிப்படுகிறது. மேல்துளைகள் வழியாக காற்றுஉட்புகுகிறது.

சோப்புக் குமிழ்கள்

காற்று எல்லாத் திசையிலும் ஒரே மாதிரி அழுத்து கிறது. மேலே பார்த்த துளையிட்ட டப்பியில் காற்று மேல்நோக்கி அழுத்தி நீர் விழாமல் ஏந்துவதைப் பார்த் தோம். பிறகு அது பக்கவாட்டில் அழுத்தி நீரின் இடத்தை நிறைத்துக் கொள் வதையும் பார்த்தோம். காற்று எல் லாத் திசைகளிலும் சமஅளவுக்கு அழுத்துகிறது என்பதைக் காட்ட சோப்புக் குமிழ்கள் சிறந்த எடுத் துக்காட்டாகும். ஒரு சோப்புக் குமி ழுக்குள் காற்றை ஊதி அதன் உட் புற அழுத்தத்தைச் சிறிதளவு அதி கரிக்கிறோம். இந்த அதிகரித்த அழுத்தத்தின் விளைவாக குமிழ் எல்லாத் திசையிலும் ஒரே மாதிரி இருக்கிறது. எனவே அது எப்போதும் கோள உருவிலேயே உள்ளது. (படம் 4.) குமிழின் ஒவ்வொரு பகுதியிலும் அதாவது எல்லாத் திசையிலும் சமஅளவுக்கு காற்று அழுத்துகிறது என்பதை இது காட்டுகிறது.


படம் 4.

சோப்புக் குமிழ் விடுவது எப்படி?

சோப்புக் குமிழ்களை ஊதிப் பறக்க விடுவது வேடிக்கையான பொழுதுபோக்கு மட்டுமல்ல. பல விஷ

ஙங்களையும் அது கற்றுத்தருகிறது. நல்லமுறையில் குமிழ் விடுவதற்கு நல்ல சோப்புக் கரைசலை உபயோகிக்க வேண்டும். வாசனை சோப்பைவிட துணிக்குப் போடும் சோப் சிறந்தது. நல்ல குமிழ்கள் உருவாவதைக் கெடுத்து விடக்கூடிய பொருள்கள் வாசனை சோப்பில் சேர்க்கப்பட்டுள்ளன. சோப்பைக் கரைப்பதற்கு சுத்தமான மழை நீரை உபயோகிப்பது நல்லது. குழாய்த் தண்ணீரில் கரைந்துள்ள பொருள்கள் குமிழ்களைக் கெடுத்துவிடும். எனவே அது நமக்குப் பயன்படாது. நீரைக் கொதிக்க வைத்து ஆறியபின் உபயோகித்தால் மேலும் நல்லது. வீரியமுள்ள கரைசல் கிடைக்கும்வரை சோப்பைக் கரைக்கிறோம். சிறிதளவு சோப் கரையாமல் அடியில் தங்கியிருக்கக் கூடுமாதலால் மேலே உள்ள தெளிவான கரைசலை மட்டும் வேறொரு புட்டியில் ஊற்றி எடுத்துக் கொள்ளலாம். சோப்புக் கரைசல் அளவுக்கு கால்பங்கு கிளிஸரைன் சேர்ப்பதால் கரைசல் மேலும் சிறந்ததாகும். இதை மேலும் சிறந்ததாகசெய்ய இரண்டொரு சொட்டு வீரியமிக்க அம்மோனியா சேர்க்கலாம். எல்லாவற்றையும் நன்றாகக் குலுக்கிக் கலந்து மூடி வெளிச்சம் படாத இடத்தில் வைத்துக் கொள்ளவும். நமக்கு வேண்டும்போது இதிலிருந்து கொஞ்சங் கொஞ்சமாக எடுத்துக் கொள்ளலாம். உபயோகித்தபின் எதுவும் மிஞ்சினால் அதை மீண்டும் புட்டியில் ஊற்றக்கூடாது. தூரக் கொட்டிவிட வேண்டும்.

சோப்புக் குமிழ்களை உண்டாக்க வழக்கமாக உபயோகப்படுத்தப்படும் களிமண் குழாய்தான் ஏற்றது. சில காரியங்களுக்கு கண்ணாடிக் குழாய் அல்லது வைக் கோலை உபயோகிக்கலாம்.

குழாயை சோப்புக் கரைசலில் அமிழ்த்தி மெதுவாக ஊதி குமிழ் உண்டாக்குகிறோம். அது முற்றிலும் வட்டமாக இருப்பதைக் காண்கிறோம். குமிழுக்கு கீழ்ப்பகுதி

யில் கரைசல் சொட்டு ஒன்று இருக்கக்கூடும். கரைசலில் நனைந்த குச்சி ஒன்றினால் தொட்டு அதனைப் போக்கி விடலாம். இதனை அகற்றுவதால் குமிழ் எளிதில் உடைந்து போகாமல் இருக்கும்.

குமிழுக்குள் காற்றை ஊதுவதை நிறுத்தியவுடன் அது குலையத் தொடங்குகிறது. மீள் தன்மையுள்ள ரப்பரைப் போலவே சோப்புப் படலமும் உட்புறம் சுருங்கி காற்றை வெளித் தள்ளுகிறது. குழாயின் முனையை கன்னத்துக்கருகே வைத்துப்பார்த்தால் காற்று வருவதை உணரலாம்.

மேல் நோக்கிச் செல்லும் குமிழ்கள்

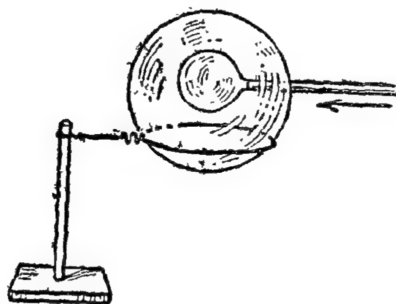
காற்று வீசாமல் அமைதியாக இருக்கும் நாளில் சோப்புக் குமிழ்கள் மேல் நோக்கிச் செல்லுமாறு செய்ய லாம். குமிழை ஊதி உண்டாக்கி குழாயைச் சட்டென்று எடுத்ததும் அது மெதுவாக கீழே விழத் தொடங்குகிறது. சோப்புப் படலத்தின் எடை மிகக் குறைவு; அதன் பரப்பு அதிகம். எனவே மிகச் சிறிய எடைக்குக் கணிசமான அளவு காற்றின் எதிர்ப்பு உள்ளது. முடிவிட நேர் வேகமும் குறைவு.

ஒளியிழந்த கருத்த பொருளை தரையில் பரப்புகிறோம். அது ஒரு துணி அல்லது காகிதமாக இருக்கலாம். சூரியன் அதன் மீது காயும்படியாக விட்டு விட்டு பிறகு அதற்கு மேலாக சோப் குமிழ்களை ஊதி விடுகிறோம். இப்போது குமிழ்கள் மேல் நோக்கிச் செல்வதைக் காண்கிறோம். கீழே பரப்பியுள்ள கருத்த பொருள் சூரியனிலிருந்து நிறைய வெப்பத்தைக் கிரகித்துக் கொள்கிறது. அதற்கு மேலாக வெப்பமான காற்று அடுக்கு உள்ளது. சுற்றிலு முள்ள வெப்பம் குறைந்த காற்றினால் இது மேல் நோக்கி அனுப்பப்படுகிறது.

குமிழுக்குள் குமிழ்

குமிழ்கள் படிந்து இருக்கும் படியான ஓர் ஏற்பாடு செய்வது வசதியாக இருக்கும். மிகவும் மெல்லிய கம்பியை இரண்டங்குல விட்டமுள்ள வளையமாக வளைத்து முனையைச் சுத்தமாக முறுக்கி விடுகிறோம். படத்தில் கண்டவாறு ஒரு மரப் பிடியில் அதைப் பொறுத்துகிறோம். வளையத்தின்மீது குமிழைப் படியச் செய்யு முன்பு வளையத்தை சோப் கரைசலில் நனைக்க வேண்டும். முழுவதும் நனைந்திருக்கும் படியாகப் பார்த்துக் கொள்வது முக்கியம்.

ஒரு குமிழுக்குள் இன்னொன்றை ஊதுவது எப்படி என்று இப்போது பார்ப்போம் (படம். 5). வெளிக் குமிழை முதலில் ஊதி உண்டாக்கி மெதுவாக வளையத்தின்மீது படியச் செய்து விட்டுக் குழாயை எடுத்து விடுகிறோம். உள் குமிழை ஊதி உண்டாக்குவதற்கு நமக்கு ஒரு சிறிய கண்ணாடிக் குழாய் அல்லது வைக்கோல் தேவைப்படும். வெளிக் குமிழைத் தொடப் போகும்



படம் 5.

எல்லாப் பகுதியையும் கரைசலினால் ஈரப் படுத்துகிறோம். கண்ணாடிக் குழாயைக் கரைசலில் நனைத்து எடுத்துப் பார்க்கிறோம். முனையில் சோப்புப் படலம் இருக்க வேண்டும். இதை ஏற்கெனவே உள்ள குமிழுக்குள் செருகி உடனே ஊதுகிறோம். இதைக் கவனமாகச் செய்தால் ஒரு குமிழுக்குள் இன்னொன்று இருக்கும். உள்ளே குமிழ் உண்டானதும் குழாயை வெளியே எடுத்து விடலாம். இதேபோல் வேறு பல குமிழ்களையும் உண்டாக்குவது சாத்தியமேயாகும்.

இதிலே மிகவும் ரசமான ஓரம்சம் உள்ளது. ஒரு குமிழ் இன்னொன்றின்மீது படிந்திருந்த போதிலும் உண்மையில் அவை ஒன்றையொன்று தொட்டுக் கொண்டிருப்பது இல்லை. உலர்ந்த விரலால் வெளிக் குமிழைத் தொட்டாலே போதும். அது வெடித்து விடும். அப்போது உள் குமிழ் மட்டும் அப்படியே இருக்கும்.

நிலக்கரி வாயுக் குமிழ்கள்

சோப்புக் குமிழ்கள் நிச்சயமாக மேல் நோக்கிச் செல்ல வேண்டுமென்று நாம் விரும்பினால் அவற்றை நிலக்கரி வாயுவினால் நிரப்பலாம். நிலக்கரி வாயுக் குழாயுடன் ஒரு சிறிய ரப்பர்க் குழாயைப் பொருத்துகிறோம். இதன் முனையை சோப் கரைசலில் நனைத்துப் பின் வாயுக் குழாயை இலேசாகத் திறக்கிறோம். குமிழ்கள் மிகவும் லேசாக இருக்கும்; எனவே இவை சிறியதாக இருக்கும் போது உடனே வெடித்து விடும். உடைந்து விடாத அளவுக்குப் பெரிய குமிழை உண்டாக்கிக் கொள்ள வேண்டும். நிலக்கரி வாயுவை நிறுத்தி விட்டு இப்போது சிறு குழாயினால் ஏற்கெனவே உண்டாக்கியுள்ள குமிழுக்குள் சிறிதளவு காற்றை ஊதுகிறோம். காற்றும் நிலக்கரி வாயுவும் கலந்து ஒன்று நிரம்பிய குமிழ் ஒன்று இப்போது நமக்குக் கிடைக்கிறது. இது காற்றைவிட சிறிதளவு லேசானது. இதனைக் குழாயிலிருந்து விடுவித்து விட்டால் லேசாக மேல் நோக்கி மிதக்கத் தொடங்கும்.

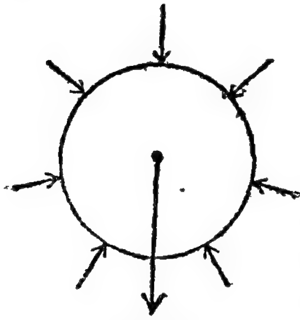
குமிழ் ஏன் மேலே போகிறது?

சோப்புக் குமிழ் ஏன் மேலே போகிறது என்பதை நாம் அறிய விரும்புகிறோம்.

சோப்புப் படலத்தின் சிறு எடையை விட்டுவிட்டு அதனுள் இருக்கும் காற்றைப் பற்றி மட்டுமே நினைப்போம் (படம். 6) சிறித்ளவு காற்று உள்ளது; அதன் எடை அதைக் கீழ் நோக்கி இழுக்கிறது. அப்படி

யிருந்தும் அது கீழே விழவில்லை. காற்று தொடர்ந்து விழுந்து கொண்டே இருக்கவில்லை என்பது நம்மனைவருக்கும் தெரியும். இந்த சிறிய காற்றுக் கோளம் அதனைச் சூழ்ந்துள்ள காற்றினால் தாங்கப்பட வேண்டும். இந்தக் காற்று, காற்றுக் கோளத்தின் எடைக்கு சமமான அழுத்தத்துடன் மேல் நோக்கி அழுத்த வேண்டும்.

காற்றுக் குமிழுக்குப் பதிலாக நிலக்கரி வாயுக் குமிழை வைத்துப் பார்ப்போம். மேல் நோக்கிய அழுத்தம் முன்னைப் போலவே இப்போதும் உள்ளது. அது மாறுதலடையவில்லை. ஆனால் கீழ் நோக்கிய அழுத்தம் நிலக்கரி வாயுவினுடைய எடை மட்டுமே ஆகும். இது காற்றைவிட லேசானது. எனவே நிலக்கரி வாயுக் கோளம் மேல் நோக்கித் தள்ளப்படுகிறது. அதனால்தான் நிலக்கரி வாயு நிரம்பிய குமிழ் எளிதில் மேல் நோக்கிச் செல்கிறது. காற்றுக் குமிழ் விடுபட்டதும் சிறிதளவே உயரும். வெப்பமான நமது மூச்சுக் காற்று, குமிழைச் சூழ்ந்துள்ள காற்றை விடச் சிறிதளவு லேசானது. அதன் காரணமாக கொஞ்ச தூரம் உயரச் செல்கிறது.



1. குமிழிலுள்ள காற்றின் எடை.

படம் 6.

பலூன்

ஏதோ ஒரு லேசான காற்றினால் நிரப்பப்பட்ட ஒரு பெரிய குமிழாகப் பலூனைக் கருதலாம். பலூனுடைய தூக்கும் சக்தி எவ்வளவு என்பதைப் பார்ப்போம். 13 அல்லது 14 அடி விட்டமுள்ள சிறிய கோள வடிவ பலூனுடன் தொடங்குவோம். அதில் சுமார் 1000 கன அடி

வாயு உள்ளது. சூழ்ந்துள்ள காற்றின் மேல் நோக்கிய அழுத்தம் 10000 கன அடி காற்றின் எடைக்குச் சம மாகும். 100 கன அடி காற்று 8 பவுண்டு எடை இருக்கும் என்பது நமக்குத் தெரியும். எனவே 10000 கன அடி காற்றின் எடை 800 பவுண்டு ஆகும். இதி லிருந்து பலூனை நிறைத்துள்ள வாயுவின் எடையைக் கழிக்க வேண்டும், நிலக்கரி வாயு அதே அளவு காற்றின் எடையில் மூன்றில் ஒரு பங்கு இருக்கும். 10000 கன அடி நிலக்கரி வாயுவின் எடை $\frac{1}{3}\times800$ பவுண்டு. எனவே 10000 கன அடி நிலக்கரி வாயு நிரப்பப்பட்டுள்ள பலூ னுடைய மேல் நோக்கிய அழுத்தம் $\frac{2}{3}\times800$ பவுண்டு $=4\frac{3}{4}$ அந்தர். இது தான் பலூனுடைய மொத்தத் தூக்கும் ஆற்றல் ஆகும். பலூன் எந்தப் பொருளால் ஆனதோ அதனுடைய எடையும் இதில் அடங்கியதாகும்.

இதைப் போல் பத்து மடங்கு பெரிய பலூன் 100000 கன அடி கொள்ளும். இதன் தூக்கும் ஆற்றலும் பத்து மடங்கு அல்லது $2\frac{1}{4}$ டன்னுக்கு மேல் இருக்கும். பத்து லட்சம் கன அடி கொள்ளக்கூடிய பலூனுடைய தூக்கும் ஆற்றல் இதைப் போல் பத்து மடங்கு அதாவது 23 டன் இருக்கும். அத்தகைய ஒரு பலூனின் முழு அமைப் புடன், அதனுள் இருக்கும் எரி பொருள், சிப்பந்திகள் எடை உட்பட 23 டன்னுக்கு மேல் இருக்கக் கூடாது. இல்லாவிட்டால் மேலே தள்ளி விடுவதற்கான அதிகப்படி ஆற்றல் இல்லாமல் பலூன் மேலே எழும்பாது.

நீர்வாயு

வாயுக்கள் எல்லாவற்றிலும் லேசானது நீர்வாயு. எனவே பலூனை நிரப்புவதற்கு நிலக்கரி வாயுவுக்குப் பதிலாக நீர்வாயுவைப் பயன்படுத்துவதில் சில சாத கங்கள் உள்ளன. பாதகமான அம்சம் நீர்வாயுவின் விலை அதிகம் என்பது. ஒரு கன அடி நீர்வாயு 0·089 அவுன்ஸ்

எடையுள்ளது. எனவே 100 கன அடி வாயுவின் எடை 8·9 அவுன்ஸ் இருக்கும். 10000 கன அடி 890 அவுன்ஸ் அல்லது சுமார் 55 பவுண்டு எடை இருக்கும். 10000 கன அடி நீர்வாயுவினுல் நிரப்பப் பட்டுள்ள ஒரு பலூனின் தூக்கும் ஆற்றல் 800—55=745 பவுண்டு அல்லது $6\frac{2}{3}$ அந்தர் ஆகும். பத்து லட்சம் கன அடி நீர்வாயு நிரம்பிய பலூனின் தூக்கும் ஆற்றல் இதைப்போல் நூறு மடங்கு அல்லது சுமார் 33 டன் இருக்கும். நிலக்கரி வாயுவுக்குப் பதிலாக நீர்வாயுவை உபயோகிப்பதால் 10 டன் அதிகப்படி தூக்கும் ஆற்றல் கிடைக்கிறது.

பலூனில் ஹீலியம்

பலூனில் நிரப்புவதற்கு ஹீலியம் மிகவும் பொருத்தமான வாயு என்று கூறப்படுகிறது. இதன் சாதகமான அம்சம் இவ்வாயு எரியாது. ஆனுல் நீர்வாயுவும் நிலக்கரி வாயுவும் எளிதில் தீப்பற்றக் கூடியவை. ஹீலியம் வாயு கிடைப்பது கஷ்டம்; மேலும் அதன் விலையும் மிக அதிகம். ஹீலியம் நீர்வாயுவைப்போல இருமடங்கு கனமானது. ஆனுல் இந்த அம்சம் இதன் தூக்கும் ஆற்றலில் அதிக வேறுபாட்டைப் புலப்படுத்துவது இல்லை. காற்றின் எடைக்கும், பலூனில் நிரம்பியுள்ள வாயுவின் எடைக்குமுள்ள வித்தியாசம்தான் அதைப் பாதிக்கும். உதாரணமாக 10000 கன அடி ஹீலியத்தின் தூக்கும் ஆற்றல் 800—8×35=690 பவுண்டு. நீர்வாயுவுக்குப் பதிலாக ஹீலியத்தை உபயோகித்ததால் ஏற்பட்ட நஷ்டம் 55 பவுண்டுதான். பத்து லட்சம் கன அடி பலூனில் தூக்கும் சக்தி 33 டன்னுக்குப் பதிலாக 30 டன்னுக்கு மேல் இருக்கும்—நஷ்டம் $2\frac{1}{2}$ டன்தான்.

ஜெப்பலின்கள் முறியடிக்கப்படுவதற்கு முன்பு ஒரு முட்டாள்தனமான கதை கட்டி விடப்பட்டது. ''நீர் வாயுவைவிட நூறு மடங்கு லேசான வாயு ஒன்றை

ஜெர்மானியர் கண்டுபிடித்து விட்டனர்'' என்பதே அது. அத்தகைய வாயு எதுவுமே கிடையாது. அப்படியே இருந்தாலும்கூட அதிகப்படியான தூக்கும் ஆற்றல் வெகு குறைவாகவே இருக்கும், பத்து லட்சம் கன அடி பலூனிலும்கூட அது 5 டன்னுக்கும் சற்றுக் குறைவாகவே இருக்கும்.

எடைமீது மேல் நோக்கிய அழுத்தம்

பலூன்களில் காற்றின் மேல் நோக்கிய அழுத்தம் பற்றி இதுவரை பார்த்தோம். பலூன் திடப்பொருள் திரவம் அல்லது வாயு ஆகிய இவற்றில் எதனுல் நிரப்பப் பட்டிருந்த போதிலும் அழுத்தம் ஒன்றேதான். எல்லாப் பொருள்களின் மீதும் காற்று மேல் நோக்கி அழுத்துகிறது என்ற முடிவுக்கு வருகிருேம். அந்தப் பொருள் இடம் பெயரச் செய்யும் காற்றின் எடைக்குச் சமமாக அழுத்தம் இருக்கும். ஒரு பொருள் காற்றினுல் தாங்கப் பட்ட நிலேயில் உள்ளதைவிட வெற்றிடத்தில் (Vacuum) சிறிது அதிக எடை உள்ளதாக இருக்கும், சாதாரணமாக நிறுக்கும்போது இந்த வேறுபாட்டை நாம் பொருட் படுத்துவது இல்லே. அது மிகவும் குறைவு. ஆனுல் மிகவும் சுத்தமாக எடையைக் கணக்கிட வேண்டியிருக்கும்போது இந்த வேறுபாட்டைக் கணக்கில் எடுத்துக்கொள்ள வேண்டும். அதனுடைய எடை வெற்றிடத்தில் என்னவாயிருக்கு மென்பதைக் கண்டறிய வேண்டும், இதற்கு பொருளின் பரிமாணத்தைக் கணக்கிட வேண்டும். இந்த அளவு பரிமாணமுள்ள காற்றின் எடை எவ்வளவோ அதைப் பொருளின் எடையுடன் கூட்டிக்கொள்ள வேண்டும், ஒரு கன அடி காற்று 0·08 பவுண்டு எடை இருக்கும். எனவே பொருளின் ஒவ்வொரு கன அடி பரிமாணத்துக்கும் இதைக் கூட்டிக்கொள்ள வேண்டும்.

பொன்னு? இறகா?

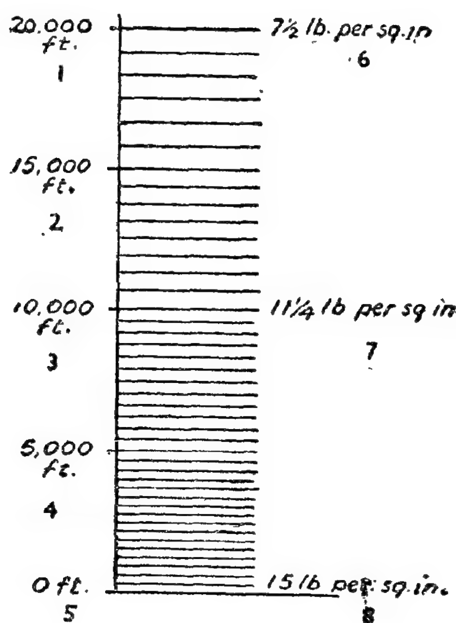
ஒரு பழைய புதிர்க் கணக்கு. ஒரு பவுண்டு பொன் கனமுள்ளதா அல்லது ஒரு பவுண்டு இறகு எடை அதிகமா?

பொன்தான் கனம் அதிகம் என்று சட்டென்று பதில் சொல்லத் தோன்றும் ஏனெனில் இறகைவிட பொன் கனமானதல்லவா? ஆனால் இது வெறும் அபத்தம். எடைகளில் இருவிதம் உண்டு. பொன், டிராய் (Troy) எடையில் நிறுக்கப்படுகிறது. ஒரு டிராய் பவுண்டு என்பது 5760 கிரெயின் கொண்டது. இறகுகளை நிறுக்கும் எடைக்கு அவாய்ர் டூபஸ் (Avoir Dupois) என்று பெயர். இதன் ஒரு பவுண்டு 7000 கிரெயின் கொண்டது. இந்தக் கணக்குப்படி பார்த்தால் ஒருபவுண்டு பொன்னைவிட ஒரு பவுண்டு இறகுகள் அதிகக் கனமானவை. காற்றில் நிறுப்பது, வெற்றிடத்தில் நிறுப்பது பற்றிய பிரச்னையும் உள்ளது. பொன், இறகைவிட கனமானது. எனவே அதேஅளவு எடையுள்ள இறகுகளைவிடக் குறைந்த அளவு காற்றை இடம் பெயரச் செய்கிறது. அதாவது பரிமாணம் குறைவு. எனவே கூட்ட வேண்டியிருக்கும் எடை குறைவாக இருக்கும். வெற்றிடத்தில் நிறுக்கப்படும் ஒரு பவுண்டு பொன்னின் எடை, ஒரு பவுண்டு இறகின் எடையைவிடக் குறைவு.

விரிவதற்கு இடம்

பலூன்களைப் பொறுத்த வரையில் ஒரு கஷ்டம் உள்ளது. மேலே போகப்போகக் காற்றின் அழுத்தம் குறைவதுதான் அது. வளிமண்டல அழுத்தத்தில் ஒரு பலூனில் நிலக்கரி வாயு நிரப்பப்பட்டிருப்பதாக—அதாவது சதுர அங்குலத்துக்கு 15 பவுண்டு அழுத்தத்துக்கு சற்றுக் குறைவாக—வைத்துக்கொள்வோம். அது தரையை விட்டு வேகமாக மேல் நோக்கிச் செல்கிறது. 10,000 அடி

உயரத்தில் புறக் காற்றழுத்தம் சதுர அங்குலத்துக்கு $11\frac{1}{4}$ பவுண்டு குறைந்திருக்கும் (படம். 7) ஆனால் பலூனுக்குள் அழுத்தம் சதுர அங்குலத்துக்கு 15 பவுண்டாக அப்படியே இருக்கும். இவ்வாறாக சதுர அங்குலத்துக்கு, சமநிலைப் படுத்தப்படாத $3\frac{3}{4}$ பவுண்டு அழுத்தம் இருக்கும். எந்தத் துணியும் இதைத் தாங்க முடியாது. எனவே பலூன் வெடிப்பது தவிர்க்க முடியாதது.



படம் 7.

இந்தக் கஷ்டத்தைச் சமாளிப்பதற்காகப் பலூனில் சற்றுக் குறைவாகவே வாயுவை நிரப்புவது வழக்கம். வாயு விரிவடைந்து அதன் அழுத்தத்தைக் குறைத்துக் கொள்வதற்கு அப்போது இடம் இருக்கும். இதுவும்

கூடப் போதாது. அபாயகரமான அளவுக்குக் குறைந்த அழுத்தமுள்ள பிரதேசங்களைப் பலூன் அடையும்போது கொஞ்சம் வாயு வெளிப்படச் செய்வது அவசியம். பலூனுக்கு மேலே ஒருவழி அடைப்பு இருக்கும். அது ஓரடி அகலம் இருக்கலாம். ஒரு கயிற்றை இழுப்பதன் மூலம் திறந்து கொள்ளக்கூடியதாக இருக்கும்.

பலூனை கீழே இறக்குதல்

பலூனை மீண்டும் தரையில் இறக்குவதற்கு, தூக்கும் ஆற்றலைக் குறைப்பதற்காக மேலும் அதிகஅளவு வாயுவை வெளிப்படுத்த வேண்டும். வேகமாக விழாமல் நிதானமாகக் கீழே இறங்குமாறும் பார்த்துக்கொள்ள வேண்டியிருக்கிறது. பூமியை நோக்கி வேகமாக பலூன் இறங்கத்தொடங்கினுல், எடைக்காக எடுத்துச் செல்லும் மணலை வெளியே எறிவதன் மூலம் வேகத்தைக் குறைக்கலாம்.

பழங்காலத்தில் செய்யப்பட்ட பலூன்கள் வாயு நிரப்பிய வெறும் பைகளாகவே இருந்தன. காற்றின் போக்கில் அவை அடித்துச் செல்லப்பட்டன. அவற்றிலிருந்த் கட்டுப்படுத்தும் விசை ஒருவழி அடைப்பு ஒன்று தான். வேண்டும்போது திறந்து வாயுவை வெளியேற்ற அவை உதவின. பலூன் மேலோ அல்லது கீழோ போவதைக் கட்டுப்படுத்தத்தான் இது உதவியது. பலூனுடைய கோள வடிவமும் காற்றில் இயங்குவதற்கு ஏற்றதாக இல்லாமல் இருந்தது.

ஜூல்வெர்ன்ஸ் தமது நாவலில் மேகத்தில் செல்லும் 'கிளிப்பர்' பற்றி எழுதியது விமானங்கள் தோன்றியதற்கு வெகு காலம் முன்பாகும். அவர் கூறும் கிளிப்பர் சுருட்டுப்போன்ற வடிவமும் முன்புறத்திலும் பின்புறத்திலும் உந்து விசிறியும் கொண்டது.

மேலேயுள்ள காற்றின் அபாயங்கள்

பழங்கால பலூன்களில் சில மிகவும் அதிகமான உயரத்துக்குச் சென்றன. அங்கு காற்றழுத்தம் மிகக் குறைவாக இருக்கும். குறைந்த காற்றழுத்தத்தினால் நேரக் கூடிய கஷ்டங்களை சமாளிப்பதற்கான விசேஷ ஏற்பாடுகள் எதையும் அந்த பலூன்களில் சென்றவர்கள் செய்த தாகத் தோன்றவில்லை. நல்லதை எதிர்பார்த்தவர்களாக அவர்கள் மேலே சென்றார்கள். அவ்வளவுதான்.

மிகவும் உயரப் போகும்போது நேரிடும் கஷ்டங்களில் ஒன்று உடலின் தேவைக்குப் போதுமான பிராண வாயுவை வழங்கக்கூடியதாக காற்று இல்லாததாகும். இந்தப் பற்றாக்குறையை ஈடுசெய்ய சுவாசப் பைகளும் இருதயமும் வேகமாக இயங்கி முயல்கின்றன. ஆனால் சுவாசப் பைகளும், இருதயமும் செயல்படுவதற்கு ஒரு வரம்பு உண்டு. உயரப்போகும்போது உடலுக்கு போதிய பிராணவாயு கிடைக்காமற் போகிறது.

மற்றொரு கஷ்டம் இது. பலூன் பறக்கத் தொடங்கும்போது சகஜமான காற்றழுத்த நிலையில் ரத்தம் உள்ளது. அப்போது நிலைமை சரியாகவே இருக்கிறது. உயரே போய்விட்டால் புறக்காற்றின் அழுத்தம் குறைவாக இருக்கிறது. ரத்தத்தில் உள்ள அழுத்தத்தைவிட இது குறைவாக உள்ளது. இதன் காரணமாக மெல்லியதான ரத்தக் குழல்களை உடைத்துக்கொண்டு ரத்தம் வெளிப்படுகிறது. பலூனில் செல்பவருக்கு மூக்கிலும் வாயிலும் ரத்தம் கொட்டுகிறது. அவர் உணர்விழந்து விடவும் கூடும். பலூன் வேகமாகக் கீழே இறங்கும் போதுதான் மீண்டும் உணர்வேற்படும்.

1862 செப்டம்பரில் கிளெய்ஷர் என்பவர் பலூனில் ஏழு மைல் உயரம் சென்றார். அப்போது இந்த அனுபவங்கள் எல்லாம் அவருக்கு ஏற்பட்டன. அவர் தமது

உணர்வை இழந்து விட்டார். உணர்விழக்குமுன் அவர் கடைசியாகக் கண்ட காட்சி 29,000 அடி உயரத்தில் ஆகும். நிமிடத்துக்கு ஆயிரம் அடி வேகத்தில் பலூன் அப்போது மேலே போய்க் கொண்டிருந்தது, அவர் கடைசியாக பாரமனியைப் பார்த்து $9\frac{3}{4}$ அங்குலம் என்றும் உஷ்ணமானியில் பூஜ்யத்துக்கும் கீழே 5^0 பாரன் ஹீட் என்றும் பார்த்தார். அதன்பின் கண்கள் இருண்டு விட்டன. ஏழு நிமிட நேரத்துக்கு அவர் உணர்விழந்து விட்டார். உணர்வு மீண்ட போது நிமிடத்துக்கு இரண் டாயிரம் அடி வேகத்தில் பலூன் கீழே இறங்கிக் கொண் டிருந்தது. கிளெய்ஷருடன் காக்ஸ்வெல் என்பவரும் சென்றிருந்தார், அவருடைய கைகள் செயல்பட முடியா மல் போய்விட்டன. பலூனைக் கீழே இறக்குவதற்காக வாயுவை வெளிப்படுத்த அவர் பற்களால் கடித்து ஒரு வழி அடைப்பைத் திறக்க வேண்டியிருந்தது.

ஒவ்வொரு முறை பலூனில் சென்றவர்களும் ஏதோ ஒருவித் துணிகரமான அனுபவத்தைப் பெற்ருர்கள், வளி மண்டலத்தில் மேல்நோக்கிச் செல்பவர்களை எதிர்ப் படும் கஷ்டங்களையெல்லாம் அவர்கள் கண்டறிந்தார் கள்.

உயரப் பறக்கும் விமானங்கள்

அப்பிரச்னைகளில் பெரும்பாலானவை இப்போது தீர்க்கப்பட்டு விட்டன. பிரயாணி விமானங்களில் சில 20,000 அடி உயரத்துக்கு மேலும் பறந்து செல்கின்றன. எனவே குறைவான காற்றழுத்தம் காரணமாக நேரும் கஷ்டங்கள் பல உண்டு. அழுத்தம் நிரம்பிய அறைகள் (Pressure cabins) மூலம் இக்கஷ்டங்கள் போக்கப்படுகின் றன. விமான அறை காற்ருேட்டம் இல்லாத விதத்தில் இருக்கும்; சதுர அங்குலத்துக்கு 2 பவுண்டு கூடுதலான அழுத்தம் இருக்கும் விதத்தில் வெப்பமான காற்று புற

முக விசை அழுத்தி மூலம் உட்செலுத்தப்படும். 20,000 அடி உயரத்தில் புறக்காற்றழுத்தம் பாதியளவு குறைந்திருக்கும். விமானத்துக்குள் சற்றுக் கூடுதலான அழுத்தம் இருப்பதால் அப்போது சிரமமில்லாமல் சுவாசிக்க முடியும். வெளிவிடும் மூச்சுக் காற்று ஒருவழி அடைப்பு மூலம் வெளியேறி விடுகிறது.

ராணுவ விமானங்களுக்கு இம்முறை சரியான பரிகாரம் ஆகாது. ராணுவ விமானங்களை காற்று உட்புகாத விதத்தில் அமைப்பது மிகவும் கஷ்டம். ஒரு ரவை பாய்ந்து ஓட்டை விழுந்தாலும் இந்த ஏற்பாடு குலைந்து விடும். எனவே ராணுவ விமானங்களுக்கான பரிகாரம் முற்றிலும் மாறுனது. கவனமாகத் தயாரிக்கப்பட்ட உடை மூலம் ராணுவ விமானத்திலுள்ளவர்களது உடல் வெப்பம் குறையாமல் பார்த்துக் கொள்ளப்படுகிறது. அதனுல் அவர்களது அவயவங்கள் குளிரில் விறைத்து செயலற்றுப்போய் விடுவது இல்லை. அதிகமான உயரத்தில் பறக்கும்போது பிராண வாயு நிரம்பிய முகமூடியை (oxygen mask) திறந்து தேவையைப் பெற முடியும். சௌகரியமாக மூச்சு விடுவதற்கு வேண்டிய பிராண வாயு இதன் மூலம் கிடைக்கும்.

முற்றிலும் பிராணவாயுவே நிரம்பியுள்ள வளியில் நாம் வேகமான வாழ்க்கை நடத்தி விரைவில் உயிரிழந்து விடுவோம் என்ற ஒரு நம்பிக்கையும் நிலவுகிறது. சுத்தமான பிராண வாயுவை வழங்கும்போது நெருப்பு அப்படித்தானே வேகமாக எரிகிறது? மெதுவாக எரியும் அடுப்புப் போன்றது நமது உடல் என்று கருதப்படுகிறது. எனவே நெருப்பைப் போலவே உடலும் வேகமாக எரிந்து சாம்பலாகிவிடும் என்று நம்புவது நியாயமாகப்படுகிறது.

இந்தக் கருத்து முற்றிலும் தவறு என்பது நிரூபிக்கப்பட்டுள்ளது. சில அம்சங்களை நாம் கவனத்தில் கொள்ள

வேண்டும். வெளியிலுள்ள பிராணவாயு உடலுக்குள் இருக்கும் அதே பிராணவாயு அல்ல. ரத்தத்தின் சிவப்பு வடிகங்களின் ஒரு கூறுன ஹிமோகுளோபினுல் பிராண வாயு உடலுக்குள் எடுத்துச் செல்லப்படுகிறது. உடலுக்குத் தேவைப்படும் குறிப்பிட்ட அளவு பிராண வாயுவைத்தான் இது எடுத்துச் செல்ல முடியும். சுவாசப் பைகளில் போதுமான பிராணவாயு இருந்தால் உடல் தனக்குத் தேவையானதையெல்லாம் பெறுகிறது. அதிகப்படியாக உள்ளது புறக்கணிக்கப்படுகிறது. எனவே ராணுவ விமானி சுத்தமான பிராணவாயுவை எவ்விதக் கேடும் நேராமல் சுவாசிக்க முடியும்.

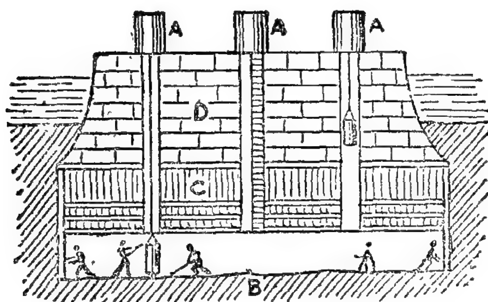
உயரப் பறக்கும்போது பிராணவாயு முகமூடியை பயன்படுத்தாத விமானி பாதிக்கப்படுவார். தாம் பலூனில் பறந்த அனுபவம்பற்றி கிளெய்ஷர் இவ்வாறு கூறுகிறுர். "ஒரே கணத்தில் இருள் கவிந்துவிட்டது. கண்கள் பார்வைச் சக்தியைத் திடீரென இழந்து விட்டன. நான் முழு உணர்வுடன் இருந்தேன். இதனை எழுதும் போது உள்ளது போலவே எனது மூளை தெளிவாக இருந்தது." இந்தக்கூற்று விசித்திரமானது. ஏனெனில் போதிய பிராணவாயு இல்லாதபோது மௌடீகமாகவும், மந்தமாகவும், பிடிவாதமாகவும் இருப்பார்கள் என்பது அனுபவம். உதாரணமாக மிக எளிய கணக்கைக்கூட அவர்களால் போட முடியாது. ஏதாவது தவறுன விடையைக் கூறிவிட்டு அதுதான் சரி என்று சாதிப்பார்கள்.

பிராணவாயு முகமூடியை உபயோகிக்காமல் இருப்பது உடல் உறுதியைக் குறிப்பதாக நினைத்துக்கொண்டு அதை உபயோகிக்காமல் இருக்கக்கூடாது என்று ராணுவ விமானிகளுக்கு எச்சரிக்கப்படுகிறது.

அதிக அழுத்த வேலை

பல்வேறு அழுத்த நிலைகளில் சில சமயங்களில் மனிதர்கள் வேலைசெய்ய வேண்டியுள்ளது, அவர்களுக்கே

யுரிய பல கஷ்டங்களும் பிரச்னைகளும் உள்ளன. விமானிகளுடையதிலிருந்து முற்றிலும் மாறுனவை இவை. நீருக்கடியில் அஸ்திவாரம் போடப்படும்போது கெய்ஸன்ஸ் (caissons) எனப்படும் பிரம்மாண்டமான தொட்டிகளைப் புதைப்பது வழக்கம். (படம் 8.) பெரும் அழுத்தமுள்ள காற்றை உட்செலுத்தி அதிலுள்ள நீரை



A. காற்றடைப்பு. B. அடிப் பகுதி.
C. வெட்டும் முனை. D. கட்டுமானம்.
படம் 8.

அகற்றுவார்கள். ஒவ்வொரு முப்பதடி ஆழத்துக்கும் ஒரு வளியின் அதிகப்படியான அழுத்தம் வேண்டியிருக்கும். 90 அடி ஆழத்தில் நான்கு வளிகளுடைய அழுத்தம் இருக்கும்படி பார்த்துக்கொள்ள வேண்டும். தொழிலாளர்கள் தொட்டிக்குள் சென்று தரையைச் சமனப்படுத்தி சேறு போன்றவற்றை அகற்றுவார்கள். உறுதியான அஸ்திவாரத்தின் மீது தொட்டி புதைக்கப்படும். பிறகு இதனை கான்கிரீட்டினுல் நிரப்புவார்கள். மேலே எழுப்பப்படும் கட்டுவேலைக்கு இது உறுதியான அஸ்திவாரமாக அமையும்.

இத்தகைய கடினமான வேலையைச் செய்யும் தொழிலாளர்கள் பெரும் பிரச்னையை எதிர் நோக்க வேண்டியுள்ளது. தொட்டியிலுள்ள உயர்ந்த அழுத்தத்திலிருந்து, இயல்பான வளிமண்டல அழுத்தத்துக்கு மாறுவதில் உள்ள கஷ்டம்தான் அது. ரத்தத்தில் கரைந்துள்ள காற்று எப்போதும் உள்ளது. முக்கியமான அம்சம் இதுதான். உயர்ந்த அழுத்தத்தில் இருந்தாலும் குறைவான அழுத்தத்தில் இருந்தாலும் ரத்தம் ஒரே அளவு காற்றைத்தான் கரைத்துக் கொள்கிறது. தொட்டிக்குள் இருக்கும்போது ரத்தத்தில் கரைந்துள்ள காற்று அதிக அழுத்தமுள்ள காற்ருகும். குறைந்த அழுத்தமுள்ள காற்று நிலவும் இடத்துக்குத் தொழிலாளி வருகிருர். அழுத்தம் குறைவாக இருப்பதால் இப்போது அவருடைய ரத்தம், குறைந்த எடையுள்ள காற்றைத்தான் கொண்டிருக்க முடியும். இதன் விளைவாக ரத்தத்தில் காற்றுக் குமிழ்கள் உண்டாகின்றன. அவை வலியை உண்டாக்க முடியும். அல்லது மேலும் மோசமான விளைவுகளையும் ஏற்படுத்தக்கூடும். மூளையில் இடம் பெறும் குமிழ்கள் பாரிச வாதத்தை உண்டாக்கக்கூடும். இருதயத்தில் இடம் பெற்ருல் திடீரென மரணம் ஏற்படலாம். இதற்கு 'கெய்ஸன் நோய்' என்றே பெயர்.

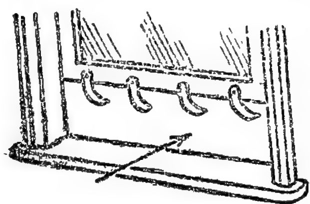
இத்தகைய சூழ்நிலையில் தொழிலாளர்களை வேலை• செய்யச் சொல்வது நல்லதல்ல. இதற்கு ஒரு பரிகாரம் இருக்க வேண்டும். தொட்டி வரை கீழே வரும் குழாயின் மேலே ஒரு காற்று அடைப்பை ஏற்படுத்துவதுதான் இதற்குப் பரிகாரமாகும். காற்று அடைப்பு, வெளிக் காற்றுப் புகாத விதத்தில் அமைக்கப்பட்டதாகும். தொழிலாளர்கள் அதற்குள் நுழையும் போது கெய்ஸனிலுள்ள காற்றின் அழுத்தமே அதற்குள்ளும் இருக்கும். பிறகு அது மூடப்பட்டு வளி மண்டலக் காற்றழுத்தம்

உண்டாகும் வரை அதிலுள்ள காற்று மெதுவாக வெளியேற்றப்படும். ரத்தம் மெதுவாகக் குறைந்த அழுத்தத்துக்குத் தன்னை சரி செய்து கொள்கிறது. தீய விளைவுகள் ஏற்படுவது இல்லை,

காற்று தாங்கும் அழுத்தம்

காற்று பற்றிய நமது சிந்தனை, பரிசோதனை ஆகிய எல்லாவற்றிலும், காற்று மீள் தன்மையுள்ளது என்ற கருத்து அடங்கியுள்ளது. இது உண்மைதான். காற்று பரிமாணத்தில் மீள் தன்மையுள்ளது. அது பரவி, கிடைக்கக் கூடிய இடம் அனைத்தையும் நிரப்பும். அல்லது நிறையப் பரிமாணமுள்ள காற்றை நாம் மிகக் குறுகிய இடத்துக்குள் அடக்கலாம். சைக்கிள் டயரில் காற்று அடைப்பது போல.

ஒலியையும் இதர அழுத்தங்களையும் காற்று ஏந்திச் செல்லத் துணை புரிவது இந்த மீள் தன்மை தான். (படம். 9) ஓர் அறையின் ஒரு ஜன்னலைத் தவிர, இதர எல்லாவற்றையும் மூடி விடுவோம். ஒரு ஜன்னலை சில அங்குல உயரத்துக்குத் திறந்து அதன் சட்டத்தில் பல துண்டுக் காகிதங்களை ஒட்டித் தொங்க விடுவோம். திடீரென்று கதவைத் திறந்து அதன் பின்புறம் உள்ள காற்றை அழுத்துகிறோம். காற்று, அழுத்தத்தை திறந்த ஜன்னலுக்கு ஊடாக எடுத்துச் செல்கிறது. காகிதத் துண்டுகள் வெளி நோக்கிப் பறக்கின்றன. கதவை இப்படியும் அப்படியும் ஆட்டுவதன் மூலம் காகிதத் துண்டுகள் இங்குமங்கும் ஆடுமாறு செய்யலாம்.



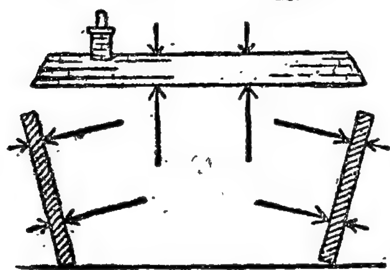
படம் 9.

மிகச் சிறிய அளவில் இத்தகைய இயக்கங்கள் தான் காற்று, ஒலியை ஏந்திச் செல்ல உதவுகிறது. இதுவே

பெருமளவில் இருக்கும்போது வெடிச் சத்தம் எழுகிறது. வெடிக்கும் போது அழுத்தப்பட்ட வெப்பமான காற்று உண்டாகிறது. அது சுற்றிலுமுள்ள காற்றை அழுத்து கிறது. மீள் தன்மையுள்ள காற்று இந்த் அழுத்தத்தை பெரும் ஒலி அலைகளைப் போல ஏந்திச் செல்கிறது. இது கணிசமான தூரத்திலிருந்து சேதம் உண்டாக்க முடியும்.

அத்தகைய அலைகளில் எல்லாம் அழுத்தம் தான் கடத்தப்படுகிறது. வெடிக்கும் வாயு பரவுவதிலிருந்து இது முற்றிலும் மாறுபட்டது. பெண்டுலம் ஒரு திசை யில் அசைவதைத் தொடர்ந்து மறு திசையில் இயங்குவது போல இறுக்கத்தைத் தொடர்ந்து பரவுதலும் நிகழ் கிறது. இவ்வாறு பரவுவது சில சமயங்களில் ஒரு கட்டி டத்தை முதலில் தாக்கக் கூடும். ஒரு வினாடிக்கும் மிகக் குறைந்த நேரத்தில் கட்டிடத்தின் சுவற்றில் மிகவும் குறைந்த அழுத்தம் அப்போது ஏற்படும். கட்டிடத்தின் உட்புறம் நிலவும் அதிகமான அழுத்தம் சுவர்களை வேக மாக வெளிப்புறம் தள்ளுகிறது. சுவர் வெடித்த பக்கம் இடிந்து விழுகிறது. அருகாமையில் சுவர் இருந்தால் அதனை அழுத்த அலை முதலில் தாக்கும். அப்போது சுவர் உட்புறம் இடிந்து விழும்.

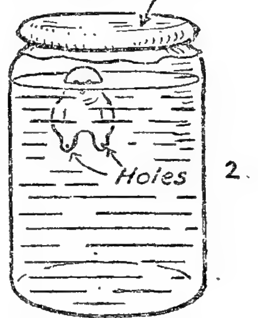
விநோதமான இவ்வகை விளைவு ஒன்றைப் புயல் காற்று ஒரு வீட்டின் மீது கடந்து செல்லும்போது காணலாம். (படம் 10) புயல் என்பது குறைந்த அழுத்தமுள்ள காற்றின் சுழற்சியாகும். ஒரு வீட்டின் மீது அது செல்லும்போது வீட்டைச் சுற்றிலும் உள்ள காற்றின் அழுத்தத்தைத் திடீரென்று குறையச் செய் கிறது. கீழேயுள்ள அதிக அழுத்தத்தின் காரணமாக


படம் 10.

கூரை மேல் நோக்கித் தள்ளப்படுகிறது; சுவர்கள் வெளியே தள்ளப்படுகின்றன. புயலினால் நேரும் பெருத்த சேதங்கள் சாதாரணக் காற்றழுத்தம் எதிர்த் திசையில் அதே அளவு அழுத்தத்தினால் சம நிலைப் படுத்தப்படாததின் விளைவாகும்.

குட்டிச் சாத்தான் பொம்மை

குட்டிச் சாத்தான் பொம்மை காற்றழுத்தம், நீர் அழுத்தம் பற்றிய பல ரசமான உண்மைகளைத் தெளிவுபடுத்துகிறது. (படம் 11) உட்புறம் கூடாகவும், வால் பகுதியில் துளையும் உள்ள சிறு கண்ணாடி உருவம் இது. நீரில் மிதக்கும் விதத்தில் இவை செய்யப்பட்டிருக்கும். கண்ணாடி பொம்மை கிடைக்காவிட்டால் மெழுகில்கூட செய்து கொள்ளலாம். நமக்கு வேண்டியதெல்லாம் உட்புறம் கூடான, கீழே துளையுள்ள, நீரில் மிதக்கக்கூடிய உருவம்தான்.



1. ரப்பர் மூடி.
2. துளை
படம் 11.

முக்கால் பகுதிக்கு மேல் நீர் நிரம்பிய ஒரு ஜாடியில் உருவத்தை வைத்து ஜாடியின் வாயை மெல்லிய ரப்பரால் மூடிக் கட்டுகிறோம். இந்த ரப்பர் மீது கையை மட்டமாக வைத்து அழுத்துகிறோம். உருவம் இப்போது மெல்ல அமிழத் தொடங்கும். கையை எடுத்ததும் உருவம் மீண்டும் மேலே வரும்.

கையினால் ரப்பரை அழுத்துவது அதன் கீழேயுள்ள காற்றை இறுக்குகிறது. இந்த அழுத்தம் நீரினூடே கடத்தப்பட்டு உருவத்தினுள் இருக்கும் காற்றும் அழுத்தப்படுகிறது. நீர் துளைவழியாக உள்ளே செல்கிறது. இதன் மூலம் உருவத்தின் எடை அதிகரிப்பதால் அது அமிழ்கிறது. கையை எடுத்ததும் உருவத்துக்குள் இருக்

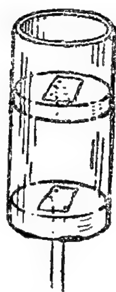
கும் காற்று விரிவடைந்து நீர் வெளியே தள்ளப்படுகிறது. இதனுல் உருவத்தின் எடை குறைவதால் அது மேலே மிதந்து வருகிறது.

துளி உருவத்தின் குழாய்போல் நீண்ட இடத்தில் இருக்க வேண்டும். அப்போதுதான் உருவத்தின் பிரதான பகுதிக்குள் நீர் நுழைந்து விடாமல் இருக்கும்.

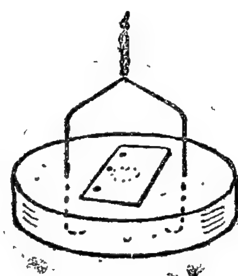
பம்ப் செய்வது எப்படி?

நீர் மேலேறி வரச் செய்வதற்கு கீழ்நோக்கிய காற்று அழுத்தத்தை உபயோகிக்கலாம் என்பது விநோதமாகப் படலாம். தராசில் ஒரு தட்டு கீழ்நோக்கிச் செல்வது மற்றொரு தட்டை மேலே தூக்குகிறது. கயிற்றின் ஒரு முனையை கீழ்நோக்கி இழுப்பது மறுமுனையில் ஓர் எடையை உயரத் தூக்குகிறது. இவை போலத்தான் அது.

சாதாரணமாக உபயோகப்படுத்தும் பம்ப்பில் கீழ் நோக்கிய காற்றழுத்தத்தின் மூலம் நீர் மேலே உயர்த்



படம் 12.

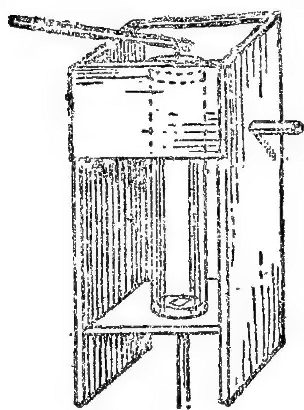


படம் 13.

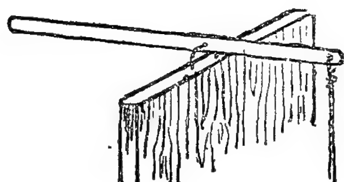
தப்படுகிறது. நாம் என்ன செய்கிறுமென்றுல் நீருக்கு மேலேயுள்ள பரப்பின் ஒரு பகுதியில் அழுத்தத்தைக் குறைக்கிறும். மறுபகுதியிலுள்ள காற்றழுத்தம் குறைந்த அழுத்தமுள்ள இடத்தை நோக்கி நீரைத் தள்ளுகிறது.

செய்வதற்கு மிகவும் எளிதான இயந்திரங்களில் பம்ப் ஒன்ருகும். உருளை வடிவத்திலுள்ள விளக்கு சிம்னியை உபயோகித்தால் அது வேலை செய்யும் விதத்தைக் காண முடியும். (படம் 12.) இரண்டு கார்க்குகள் வேண்டும். ஒன்று சிம்னியின் வாயை இறுக மூடுகிற விதத்தில் இருக்க வேண்டும். மற்ருென்று சிம்னியின் உள்விளிம்பைத் தொட்டுக் கொண்டு அதனுள் மேலும் கீழுமாகப் போய்வரக் கூடியதாக இருக்க வேண்டும். பெரிய கார்க்கில் நடுவில் ஒரு துளைபோட்டு ஒரு கண்ணுடிக் குழாயைப் பொருத்துகிருேம். துளைக்குமேல் ஒரு துண்டுத் தோலைத் பொருத்துகிருேம். ஒருவழி அடைப்பு போல இது செயல்படும். இரண்டாவது கார்க்கிலும் துளைபோட்டு இதேபோல் தோல் துண்டைப் பொருத்துகிருேம். இதுவும் ஒருவழி அடைப்புபோல செயல்படும்.

கார்க்கில் படம் 13ல் காட்டியுள்ளது போல உறுதியான கம்பியைப் பொருத்துகிருேம். பம்ப்பை நிற்க



படம் 14.



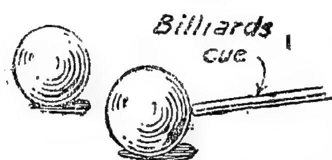
படம் 15.

வைப்பதற்கு நமக்கு ஒரு மரச்சட்டம் வேண்டும். படம் 14ல் உள்ளதுபோல அதை அமைக்கலாம், மேலும் கீழும் அசைக்கக்கூடிய விதத்தில் ஒரு கைப்பிடியை அமைக்கிருேம். (படம் 15.)

பம்ப்பின் கைப்பிடியைக் கீழ்நோக்கி அழுத்தும்போது குழாயின் கீழ்ப்பகுதியில் அரைகுறையான வெற்றிடம் உண்டாகிறது. இந்த இடத்தில் புறக்காற்றழுத்தத்தின் மூலம் நீர் உள்ளே தள்ளப்படுகிறது. நீர் மீண்டும் வெளியே வந்துவிடாமல் ஒருவழி அடைப்புகள் தடுக்கின்றன.

நீரின் அழுத்தம்

சில வழிகளில் நீர் பெரும்பாலும் காற்றைப் போலவே உள்ளது. இரண்டும் பாயும் தன்மையுடையவை. இந்த அம்சத்தில் இவை திடப் பொருள்களிலிருந்து வேறுபடுகின்றன. திடப் பொருளுக்கு அதன் எடை காரணமாக கீழ்நோக்கிய அழுத்தம் இருக்கிறது. ஆனால் அதற்குப் பக்கவாட்டில் அழுத்தம் கிடையாது. ஏனெனில் அது பாய்வது இல்லை. அழுத்தும்போது திடப் பொருள் அழுத்தத்தை இன்னொன்றுக்கு வழங்குகிறது.



1. பில்லியர்ட் குச்சி
படம் 1.

பில்லியர்ட்ஸ் விளையாட்டில் கோலை ஒரு முனையில் அழுத்துவது மறுமுனை வழியாக பந்தை முட்டித் தள்ளுவதுபோல் (படம் 1.) ஆனால் அழுத்தம் பக்கவாட்டில் பரவுவது இல்லை. காற்று, நீர் ஆகியவற்றின் எடை காரணமாக உண்டாகும் அழுத்தத்திலிருந்து இது வேறானது.

திடப்பொருள், திரவம், வாயு ஆகியவற்றுக்கிடையேயுள்ள வேறுபாட்டைப் பொதுவாக இவ்வாறு கூறலாம். ஒரு திடப்பொருள் கீழே விழாமல் தடுப்பதற்கு அடியில் ஆதாரம் வேண்டும். திரவத்துக்கு கீழேயும் பக்கவாட்டிலும் ஆதாரம் வேண்டும். வாயுவுக்கு மேலும் கீழும் பக்கவர்ட்டிலும் ஆத்ாரம் வேண்டும்.

ஆர்க்கிமிடீஸ் தத்துவம்

ஆர்க்கிமிடீஸ் தமது கொள்கையைக் கண்டுபிடித்த விதம் பற்றிய பிரபலமான கதை ஒன்று உண்டு. ஹீரோ

மன்னன் நகை செய்பவனிடம் ஓரளவு பொன்னைக் கொடுத்து ஒரு கிரீடம் செய்து தரச் சொல்லியிருந்தான். அப்படியே அவனும் செய்து கொண்டு வந்தான். கிரீடத்தின் வேலைப்பாடு அருமையாக இருந்தது. ஆனால் மன்னனுக்கு ஒரு சந்தேகம். கிரீடத்தில் பொன்னுடன் வெள்ளியும் கலக்கப்பட்டிருக்குமோ என்று அவன் ஐயப் பட்டான். கிரீடத்துக்குச் சேதம் எதுவும் நேராமல் இதைக் கண்டுபிடிக்குமாறு அவன் ஆர்க்கிமிடீஸைக் கேட்டுக் கொண்டான்.

ஒருநாள் ஆர்க்கிமிடீஸ் நீர்த்தொட்டியில் குளித்துக் கொண்டிருந்தார். தொட்டியிலுள்ள நீர்மட்டம் தமது உடலால் உயர்வதை அவர் கண்டார், திடீரென்று உண்மை அவருக்குப் புலப்பட்டது. தொட்டியிலிருந்து எழுந்து உடுத்துக் கொள்ளவும் மறந்தவராக "கண்டு பிடித்துவிட்டேன்" என்று உற்சாகமாகக் கூவிக் கொண்டே அவர் வீட்டுக்கு ஓடினார்.

ஆர்க்கிமிடீஸ் கண்டறிந்தது இதுதான். ஒரு குறிப் பிட்ட அளவு எடையுள்ள பொன் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு நீரை இடம் பெயரச் செய்யும். எடைக்கு எடை பார்த்தால் வெள்ளி, பொன்னைவிட அதிகப் பரிமாணம் உள்ளதாக இருக்கும். (வெள்ளியின் அடர்த்தி குறைவு) எனவே பொன்னும் வெள்ளியும் சேர்ந்த கலவை அதே எடையுள்ள சுத்தமான பொன்னைவிட அதிகப்படியான நீரை இடம்பெயரச் செய்யும். ஆர்க்கிமிடீஸ் கிரிடத்தின் எடைக்குச் சமமான பொன்கட்டியை எடுத்துக்கொண்டு அது எவ்வளவு நீரை இடம் பெயரச் செய்கிறது என்று பார்த்தார். பின்னர் இதனை கிரீடம் இடம் பெயரச் செய்த நீரின் அளவுடன் ஒப்பிட்டு உண் மையைக் கண்டார்.

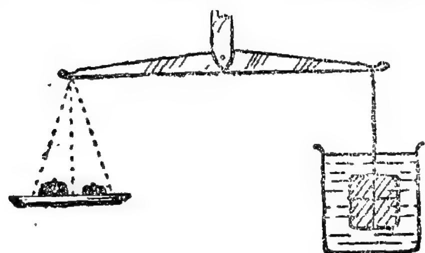
ஆர்க்கிமிடீஸ் தத்துவம் எனப்படுவது மேலும் பல அம்சங்களைக் கொண்டது. நீர், தன்னுள் அமிழ்த்தப்

படும் எல்லாப் பொருள்களையும் மேல்நோக்கி அழுத்து கிறது. இந்த மேல் நோக்கிய அழுத்தம் அப்பொருள் இடம்பெயரச் செய்யும் நீரின் எடைக்குச் சமமாகும்.

வாயு நிரப்பப்பட்ட பலூன் ஏன் மேலே செல்கிறது என்பதை ஆராயும்போது இத்தத்துவம் செயல்படுவதை நாம் ஏற்கனவே பார்த்திருக்கிறோம். பலூன் அது இடம் பெயரச் செய்யும் காற்றின் எடைக்குச் சமமான அழுத்தத்தினால் மேல்நோக்கித் தள்ளப்படுகிறது. எனவே நீர், காற்று அல்லது எந்த பாய்பொருளும் தன்னுள் அமிழ்த்தப்படும் பொருளை, அது இடம் பெயரச் செய்யும் பாய் பொருளின் எடைக்குச் சமமான அழுத்தத்துடன் மேல்நோக்கித் தள்ளுகிறது என்று கூறலாம்.

இதற்கு மீண்டும் சான்றுகளைப் பார்க்க வேண்டிய தேவை இல்லை. காற்று நிரம்பிய ஒரு கோளத்தைப் போலவே நீர் நிரம்பிய கோளமும் இருக்கும்.

நீரின் மேல் நோக்கிய அழுத்தம் எவ்வளவு இருக்கும் என்று பார்ப்போம். ஒரு கனஅடி நீர் $62\frac{1}{2}$ பவுண்டு எடை இருக்கும். நம்மிடம் ஒரு கன அடி இரும்பு இருப்பதாக வைத்துக் கொள்வோம். அது முற்றிலும் நீரில் அமிழ்ந்திருக்கும்போது அது ஒரு கனஅடி நீரை இடம் பெயரச் செய்யும். எனவே அதன் மீதுள்ள மேல் நோக்கிய அழுத்தம் $62\frac{1}{2}$ பவுண்டு. ஒரு கனஅடி இரும்பு காற்றைவிட நீரில் $62\frac{1}{2}$ பவுண்டு எடை குறைவாக இருக்கும். இரும்பை நீரில் நிறுக்கும்போது எடைக் கற்கள் காற்றில் இருக்கவேண்டும். (படம் 2.) இல்லாவிட்டால் அவையும் சூழ்ந்துள்ள நீரால் தாங்கப் பட்டு உண்மையான எடையைக் காட்டமாட்டா.



படம் 2.

அடர்த்தி எண்

பல்வேறு பொருள்களின்மீது நீரின் மேல்நோக்கிய அழுத்தம்பற்றிக் கவனிக்கும்போது அடர்த்தி எண் (specific gravity) என்ற சொல்லைப் பயன்படுத்துவது வசதியானது. ஒரு பொருளின் அடர்த்தி எண் என்பது நீரை விட அது எவ்வளவு மடங்கு கனமானதோ அது தான். அதாவது பொருள் எவ்வளவு பரிமாணம் உள்ளதோ அதே அளவு பரிமாணமுள்ள நீரின் எடையைப்போல். சுத்தமான இரும்பின் அடர்த்தி எண் 7·86 என்று கூறப் படுகிறது. எனவே சுத்தமான இரும்பு நீரைவிட 7·86 மடங்கு கனமானது. ஒரு கன அடி இரும்பு $62\frac{1}{2} \times 7{\cdot}86 = 491\frac{1}{4}$ பவுண்டு எடை இருக்கும். நீருக்குள் நிறுத்தால் இது $62\frac{1}{2}$ பவுண்டு குறைவாக இருக்கும். அல்லது $62 \times 6.86 = 428\frac{3}{4}$ பவுண்டு இருக்கும். எந்த ஒரு பொருளுக்கும் ஒரு கன அடியின் எடையைக் கண்டு பிடிக்க அப்பொருளின் அடர்த்தி எண்ணிலிருந்து ஒன்றைக் கழித்து $62\frac{1}{2}$ பவுண்டால் பெருக்குகிறோம்.

மிதக்கும் கலை

தங்கள் உடலை நீர் மேல்நோக்கித் தள்ளுவதை நீந்து பவர்கள் அறிவார்கள். உண்மையில் மனித உடல் நீரை விட சிறிது லேசானது. மனித உடலின் அடர்த்தி ஒன்றைவிட சற்று குறைவு. எனவே நீர் உடலின் முழு எடையையும் தாங்க முடியும்.

முக்கியமான விதி ஒன்றுள்ளது, நாம் நீருக்குள் மூழ்கியிருக்கும்போதுதான் அது நம்மைத் தாங்குகிறது. அனுபவம் மிக்க நீச்சல்காரர் தன் உடலின் பெரும்பகுதி நீருக்குள் அமிழ்ந்து இருக்குமாறு பார்த்துக் கொள்வார். அப்போதுதானே நீரின் முழு தாங்கலும் கிடைக்கும். மூச்சுவிட உதவும் வாயும் மூக்கும் நீருக்குமேல் இருக்கு மாறு அவர் பார்த்துக் கொள்வார். நீரில் அவர் மல்

லாந்து படுத்து மிதந்தால் தலையைப் பின்புறம் சாய்த்து அதன் பெரும்பகுதி நீருக்குள் இருக்குமாறு பார்த்துக் கொள்வார். அப்போது அவரது எடை முழுவதும் தாங்கப்பட்டிருக்கும். கைகளை லேசாக அசைத்து அந்த நிலையில் அவரால் இருக்க முடியும்.

அனுபவம் இல்லாதவர்கள் உடலை வளைத்து கையும் காலும் நீர்ப்பரப்புக்கு மேலே இருக்குமாறு செய்து விடுவார்கள். அப்போது வெளியேயுள்ள உறுப்புக்கள் நீரினல் தாங்கப்படுவது இல்லை. அதனுல் உடல் நீரில் அமிழ்கிறது.

அடர்த்தி எண்ணைக் குறைத்தல்

மூச்சை உள்ளுக்கு இழுத்து சுவாசப்பை நிரம்பியிருக்குமாறு செய்வதன் மூலம் தன் உடலின் அடர்த்தி எண்ணைக் குறைத்துக் கொள்ள முடியும் என்பதும் அனுபவம் மிக்க நீச்சல் காரருக்குத் தெரியும். இதன் மூலம் உடல் லேசாகும். அனுபவம் இல்லாதவர் உதவிக்குக் கூவியழைத்து சுவாசப்பை சுருங்கச் செய்து விடுவார். அப்போது அவரது உடலின் அடர்த்தி எண் அதிகரித்து நீருக்குள் மூழ்கத் தொடங்குவார். இதிலும் கவனமாக இல்லாவிட்டால் சுவாசப் பைக்குள் நீர் புகுந்து அதன் மூலம் அடர்த்தி எண் மேலும் அதிகரித்து நிலைமை மோசமாகி விடும்.

கவனமாக நடந்து கொண்டால் யாரும் நீரில் மிதக்க முடியும். மூக்கு, வாய் தவிர இதர எல்லா உறுப்புக்களும் நீரில் அமிழ்ந்திருக்கும் படியாகப் பார்த்துக் கொள்ள வேண்டும்; சுவாசப்பை நிறைந்திருக்கும் படியாக மூச்சை இழுத்துக் கொள்ள வேண்டும்.

நீருக்குள்ளிருந்து வெளியே வரும்போது உடல் கனம் கீழ் நோக்கி இழுப்பது போல உணர்கிருேம். இப்போது நீர் நம்மைத் தாங்கிக் கொண்டிருக்கவில்லை.

எடை பூஜ்யத்திலிருந்து உடல் கனத்துக்குத் திடீரென அதிகரிப்பதை உடல் தாங்க வேண்டியிருக்கிறது. அது தான் காரணம்.

'சந்திரனில் முதல் மனிதன்' என்ற தமது நூலில் எச். ஜி. வெல்ஸ் அடர்த்தி எண்ணை இஷ்டம் போல் மாற்றிக்கொள்ளும் முறையைக் கற்பனை செய்திருக்கிறார். இதன் மூலம் உடல் விரும்பும் போது தன் எடை முழுவதையும் இழந்து விடும். அதே போல் திரும்ப எடையையும் உடனே பெற்று விடும். துரதிர்ஷ்ட வசமாக இவ்வாறு செய்வது மனித உடலில் எத்தகைய விளைவுகளை ஏற்படுத்தும் என்பது பற்றி அவர் எண்ணிப் பார்த்ததாகத் தெரியவில்லை. இல்லாவிட்டால் அது பற்றி தமக்கேயுரிய தெளிவான முறையில் விவரித்திருப்பார். நீருக்குள்ளிருந்து வெளிப்படும்போது ஏற்படுவது போன்றதாக இவ் விளைவு இருக்கலாம்.

மீனின் அமைப்பு

கடலில் வாழும் உயிரினங்களின் அடர்த்தி எண் கிட்டத் தட்ட ஒன்றாக இருக்க வேண்டும். அதாவது அவற்றின் எடை அதே அளவு பரிமாணமுள்ள நீரின் எடைக்குச் சமமாக அல்லது கிட்டத்தட்ட சமமாக இருக்க வேண்டும். நீருக்குள் மீன் அநேகமாக எடையே எதுவும் இல்லாததாக உள்ளது. அதாவது அதன் எடை முழுவதும் நீரினால் தாங்கப்படுகிறது. அதற்கு எடை எதுவும் இல்லாததால் அது பற்றி மீன் கவலைப்படத் தேவை இல்லை. அதற்குக் கால்கள் கிடையாது. ஏனெனில் அதற்குக் கால்கள் தேவையில்லை. அதற்குத் தேவைப்படும் அமைப்பெல்லாம் சம நிலையில் நிற்பதற்கும், நகர்வதற்கும் வேண்டிய உறுப்புக்கள் தாம்.

மேல் பக்கத்தையும் கீழ்ப் பகுதியையும் உணரும் விதத்தில் அதன் உடல் எடை விநியோகிக்கப்பட்டிருக்கிறது. மீன் செங்குத்து நிலையில் நிற்பதற்கு செதில்கள்

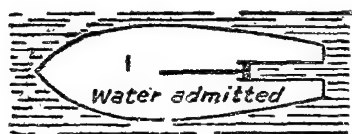
உதவுகின்றன. அசைக்கக் கூடிய விதத்தில் அமைந்துள்ள வால் மிகவும் அழகான உறுப்பாகும். அசையும் போது பார்த்தால் மிக அழகாக இருக்கும். வால் உந்து விசையாக உதவுவதுடன் போக்கின் திசையை மாற்றவும், மேலெழும்பிச் செல்லவும் பயன்படுகிறது.

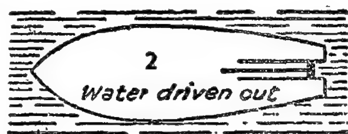
நீருக்குள் இருக்கும் மீன் மிகவும் கவர்ச்சியான ஒன்று. ஆனால் அதுவே நீருக்கு வெளியே வந்து விட்டால்? எடையைச் சமாளிக்கச் சரியான அமைப்பு எதுவும் மீனுக்குக் கிடையாது. அது செய்யக் கூடிய தெல்லாம் துடித்துத் துள்ளி மீண்டும் நீரை அடைய முயற்சிப்பதுதான்.

நீரில் சமநிலையில் நிற்பதற்கும், நகர்வதற்கும் ஏற்ற அமைப்பு இருப்பதுடன் மீன்களுக்குத் தங்கள் அடர்த்தி எண்ணை மாற்றிக் கொள்ள உதவும் சிறந்த அமைப்பும் உள்ளது. அடர்த்தி எண் கிட்டத்தட்ட ஒன்றாக இருக்கிறது. இதில் லேசான மாறுதல் செய்து கொண்டாலும் கூட அமிழவோ, மேலெழும்பிச் செல்லவோ அது உதவக் கூடும். இந்த அமைப்பு வயிற்றுப் பகுதியில் ஒரு காற்றுப்பை உருவில் உள்ளது. மீன் விரும்பும்போது இந்தப் பையை விரியச் செய்யவோ சுருக்கிக் கொள்ளவோ முடியும். காற்றுப்பையைச் சிறிதளவு விரிவடையச் செய்வது மீன் முழுவதினுடைய அடர்த்தி எண் குறையச் செய்கிறது. இந்த மாற்றம் மீன் மேலெழும்பிச் செல்ல உதவுகிறது. நீரின் மேற்பரப்புக்கருகில் மீன் செதில் களையும், வாலையும் உபயோகிக்காமல் மிதக்க முடியும். காற்றுப் பையைச் சிறிதளவு சுருக்கிக் கொள்வது மீனுடைய அடர்த்தி எண் அதிகரிக்கச் செய்யும். இதனால் மீன் நீருக்குள் அமிழ்வது எளிதாகிறது. காற்றுப்பையின் முன் பகுதி அல்லது பின் பகுதியைச் சுருங்கச் செய்வதன் மூலம் மீன் தன் உடலின் முன்புறம் அல்லது பின் புறத்தைக் கீழே சாய்க்க முடியும்.

நீர் மூழ்கிக் கப்பலின் சமநிலை

இது போன்ற ஒரு அமைப்பு தான் நீர் மூழ்கிக் கப்பல்களில் பயன் படுத்தப்படுகிறது (படம். 3) வெளிப் புறம் கடலுக்குள் நீட்டிக் கொண்டிருக்கும் ஒரு நீள உருளை போன்ற குழாயில் உந்து தண்டு (Piston) ஒன்று இப்படியும் அப்படியுமாகப் போய் வருகிறது. அழுத்தப் பட்ட காற்றின் மூலம் உந்து தண்டு வெளி நோக்கி தள்ளப்படலாம். அப்போது அது அங்குள்ள நீரை வெளியேற்றி நீர் மூழ்கிக் கப்பலின் அடர்த்தி எண்ணைக்





1. நீர் உள்ளே வருதல். 2. நீர் வெளியேற்றப்படுதல்.
படம் 3.

குறைக்கிறது. இது கப்பல் மேலெழும்பி வர உதவுகிறது. இந்த இயக்கத்தின் அளவு மீன்களுடையதை விட மிக அதிகம். ஏனெனில் நீர் மூழ்கிக் கப்பலின் மேல் பகுதியை நீர்ப்பரப்புக்கு மேலே உயர்த்த வேண்டியுள்ளது.

உயிர்கள் முதலில் கடலில்தான் தோன்றின என்று பொதுவாக நம்பப்படுகிறது. ஏனெனில் அங்குதான் வாழ்க்கை நிலைமை மிகவும் எளிதாக உள்ளது. கால்கள் கஷ்டம் மிகுந்த ஒரு அமைப்பாகும். கடற்கரையை யொட்டினாற் போல் உள்ள ஆழமில்லாத இடத்தில் வாழ்ந்த உயிரினங்களுக்குத்தான் கால்கள் முதலில் தோன்றின என்று நம்பப்படுகிறது. கடல் வாழ் விலங்கு கள் அவற்றின் எதிரிகளால் அங்கு விரட்டியடிக்கப் பட்டன. எப்படியோ அவைகளுக்கு சுவாசப்பையும் கால்களும் தோன்றி விட்டன.

திரும்பிச் சென்ற திமிங்கிலம்

விலங்குகளில் மிகப் பெரியது திமிங்கிலம். இவற்றுள் சில 80 அடி நீளத்துக்கும் மேல் இருக்கும். திமிங்கிலங்களைப் பற்றிய ஒரு விநோதமான உண்மை என்னவென்றால் அவை கடலுக்குத் திரும்பிச் சென்ற, நிலத்தில் வாழ்ந்த விலங்கு போலத் தோன்றுவதுதான். இதில் ஐயத்துக்கே இடமில்லை. மீன்களுக்குரிய இயல்புகள் சிலவற்றைத் திமிங்கிலங்கள் பெற்றிருக்கின்றன. ஆனால் அதன் இதர இயல்புகள் அது நிலத்தில் வாழ்ந்த ஒரு விலங்கிலிருந்து பரிணாம வளர்ச்சி பெற்றது என்பதை உறுதிப்படுத்துகின்றன. நிலத்தில் இருக்கும் போது சுவாசிப்பதற்குத் தேவைப்படும் சுவாசப்பைகள் திமிங்கிலங்களுக்கு உள்ளன. எனவே சுவாசிப்பதற்கு அவை நீர்மட்டத்துக்கு வர வேண்டியுள்ளது. மீனுடைய வால் செங்குத்தாக இருப்பதால் நீருக்குள் இயங்குவதற்குப் பொருத்தமாக உள்ளது. இடதுபுறம், வலதுபுறமாக உடலைத் திருப்பவும் அது உதவுகிறது. திமிங்கிலத்தினுடைய வால் மட்டமாக இருப்பதால் சுவாசிப்பதற்காக நீர் மட்டத்துக்கு வருவதற்கு உடலை மேலெழும்பச் செய்ய ஏற்றதாக உள்ளது. பாலூட்டி உடலை மூடியுள்ள மயிர்ப் போர்வையைத் திமிங்கிலம் இழந்து விட்டது. அது 'இருந்தால் நீருக்குள் இயங்குவதற்குத் தடையாக இருக்கும். ஆனால் ஒரு சில திமிங்கிலங்களுக்கு அவற்றின் முன்னோரை நினைவுபடுத்தும் விதத்தில் தாடையில் சிறிதளவு மயிர்க்கற்றை உள்ளது. திமிங்கிலத்தின் முன்புற உறுப்புக்களில் நிலத்தில்வாழும் விலங்குகளுக்குரிய எலும்புகளும் மூட்டுக்களும் உள்ளன. அவற்றால் அதற்கு எவ்வித உபயோகமும் இல்லை. பின் கால்கள் திமிங்கிலத்தின் உடலுக்குள் மறைந்துவிட்டன. இவற்றிற்கு எதுவும் உபயோகம் இருப்பதாகத் தோன்ற

வில்லை. ஆனால் திமிங்கிலம் நிலத்தில் வாழும் உயிரிலிருந்து உருவானது என்பதைச் சுட்டிக்காட்டும் மற்றொரு அம்சம் இது.

நிலத்திலிருந்து கடலுக்குத் திரும்பிச் சென்ற திமிங்கிலத்தினுடைய அமைப்பில் கடலில் வாழ்வதற்கேற்ற மாறுதல்கள் ஏற்பட்டுள்ளன. கடலில் வாழ்வது எளிதாக இருப்பதால்தான் பிரமாண்டமான உருவை அவை பெற்றுள்ளன. அதன் ஈர்ப்பு மையம் உடலின் நடுப் பகுதியில் ஓரிடத்தில் உள்ளது. அதன் எடை முழுவதும் நீரினால் தாங்கப்படுவதால் அது இதர விலங்குகளைப் போல மூழ்கிவிடக் கூடிய நிலையில் இல்லை. கடுமையான குளிரைத் தாங்கும் விதத்தில் திமிங்கிலத்தின் சருமம் கனமாக அமைந்துள்ளது.

கடல் படுகையில் வாழும் உயிரினங்களின் அடர்த்தி எண் ஒன்றுக்கு சற்று அதிகமாக இருக்க வேண்டும். அப்போதுதான் அவை கீழே இருக்கமுடியும் கடலில் வாழும் மீன்களும் இதர உயிரினங்களும் கிட்டத்தட்ட ஒன்று அடர்த்தி எண்ணைக் கொண்டிருக்க வேண்டும். அப்போதுதான் நீரில் எங்கு வேண்டுமானாலும் அவற்றால் மிதக்க முடியும். நீர்ப்பரப்பில் மிதக்க வேண்டியவற்றின் அடர்த்தி எண் ஒன்றுக்கு சிறிது குறைவாக இருக்க வேண்டும்.

இரும்புக் கப்பல் மிதப்பது ஏன்?

கப்பல்களை இரும்பினால் கட்ட வேண்டும் என்று முதன் முதலில் யோசனை கூறப்பட்ட போது பலர் அதனைக் கேலி செய்து இரும்புக் கப்பல் மிதக்காதுஎன்று கூறினார்கள். இரும்பினாலான கப்பல்கள் மிதக்கின்றன என்பது நமக்குத் தெரியும். மரத்தினாலான கப்பல் ஏன் மிதக்கிறதோ அதே காரணத்தினால்தான் இரும்புக் கப்பலும் மிதக்கிறது. இரண்டும் நீரைவிட லேசாக உள்ளன.

அடர்த்தி எண் ஒன்றுக்கும் குறைவாக உள்ளது. ஒரு கப்பலின் அடர்த்தி எண்ணைக் கணக்கிட அதன் முழு அமைப்பையும் நாம் கவனிக்க வேண்டும். வெறுமே ஒரு துண்டு இரும்பை மட்டுமல்ல. கப்பலின் முழு ஆகிருதியும்—காற்று நிரம்பிய இடங்கள் உட்பட சராசரியாக ஒன்றுக்குக் குறைவான அடர்த்தி எண் கொண்டதாக இருக்க வேண்டும்.

இதை ஆராயும் மற்றொரு வழியும் உள்ளது. முடிவு ஒன்றுதான். கப்பல் குறிப்பிட்டஅளவு நீரை இடம்பெயரச் செய்கிறது. நீரின் மேல் நோக்கிய அழுத்தம் இடம்பெயரச் செய்த நீரின் எடைக்குச் சமம் என்பது நமக்குத் தெரியும். கப்பல் மிதக்க வேண்டுமென்றால், அது இடம்பெயரச் செய்யும் நீரின் எடைக்குமேல் இருக்கக்கூடாது. எடை கூடுதலாக இருந்தால் நீருக்குள் அமிழ்ந்திருக்கும் பகுதி அதிகமாக இருக்கும். அப்போதும் அது மிதக்கவே செய்யும், ஆனால் கப்பலுக்குள் சிறிதளவு நீர் புகுந்துவிட்டாலும் அங்குள்ள காற்றை அகற்றிக் கப்பலின் எடையைக் கூட்டிவிடும். அடர்த்தி எண் ஒன்றுக்கு அதிகமாகிவிடும் என்று கூறலாம். அல்லது கப்பலின் முழு எடையும் அது இடம்பெயரச் செய்யும் நீரின் எடையைவிட அதிகமாக இருக்கும். இதை எப்படிப் பார்த்தாலும் கப்பல் அமிழ்ந்துவிடும் நிலை ஏற்படுவதைக் காணலாம்.

கப்பலின் பக்கவாட்டில் ஓட்டை ஏற்பட்டால் உள்ளே நீர்புகுந்துவிடும். இதன் மூலம் கப்பலின் எடை கூடுகிறது. இந்த எடை கப்பல் இடம் பெயரச் செய்யும் நீரின் எடையைவிட அதிகமாகும்போது அது மூழ்குகிறது. கப்பல்கள் மூழ்குவதற்கான காரணம் இதுதான். நீர்புகாத அறைகளைக் கொண்டதாகக் கப்பல்கள் கட்டப்படுவது வழக்கம். ஓர் அறைக்குள் நீர் புகுந்தாலும் இதர அறைகளுக்கு அது பரவாத விதத்

தில் இருக்கும். ஓர் அறையில் மட்டும் நீர் நிரம்புவது கப்பலை மூழ்கடித்துவிடாது.

'டிடானிக்' என்ற மாபெரும் கப்பல் 1912ல் முதன் முதலாகக் கடல்மேற் சென்றபோது அது மூழ்கவே முடியாதது என்று கூறப்பட்டது. ஏற்படக்கூடிய எல்லா ஆபத்துக்களையும் சமாளிக்கக்கூடிய விதத்தில் கவனமாக அக்கப்பல் கட்டப்பட்டிருப்பதாகக் கருதினார்கள். கடலில் சாதாரணமாக ஏற்படக்கூடிய அபாயங்கள் அதனை ஒன்றும் செய்யாமல் இருந்திருக்கலாம். துரதிர்ஷ்டவசமாக அதை எதிர்ப்பட்ட ஆபத்து சாதாரணமான ஒன்றல்ல. பனிப் பாறையில் மோதி அடித்தகடே பெயர்ந்துவிட்டது. ஒரே சமயத்தில் பல அறைகளில் நீர் புகுந்துவிட்டது. போதுமான நீர் உள்ளே சென்று அடர்த்தி எண்ணை உயர்த்தி விட்டது. அட்லாண்டிக் கடல் நடுவே கப்பல் மூழ்கியது.

கப்பல் எந்தப் பொருளால் கட்டப்பட்டுள்ளதோ அதன் அடர்த்தி எண் ஒன்றுக்கும் குறைவாக இருந்தால் தான் அந்தக் கப்பல் மூழ்காததாக இருக்க முடியும். கப்பலில் ஏற்றப்பட்டுள்ள பொருள்களும் மரம் அல்லது அடர்த்தி எண் ஒன்றுக்கு குறைவான பொருளாக இருக்க வேண்டும். சிறிய படகுகள் மரத்தினால் செய்யப்படுகின்றன. அதனால் அவை மூழ்குவ்து இல்லை. ஆனால் அவற்றிலுள்ள ஒரு ஆபத்து அவை தலைகுப்புறக் கவிழ்ந்துவிடக் கூடியவை. ஆபத்து உதவிப் படகுகளின் அடர்த்தி எண் படகின் அமைப்பிலேயே காற்று நிரம்பிய இடங்கள் இருக்குமாறு செய்வதன் மூலம் மேலும் குறைக்கப்படுகின்றது.

மிதப்பது பற்றிய தத்துவத்தை சாதாரணத் தகர டப்பி ஒன்றைக் கொண்டு செய்து காட்டலாம். தகரம் நீரைவிட கனமானதுதான். என்றாலும் அது நீரில் மிதக்கிறது. அதன் எடைக்குச் சமமான நீரை அது இடம்

பெயரச் செய்கிறது. இந்த எடை ஒன்றும் அதிகமாக இராது. தகரம் மெல்லியதாக இருப்பதுதான் காரணம்.

தகர டப்பியின் அடிப்பாகத்தில் ஆணியால் சிறு துளை ஒன்று போடுவோம். இத்துளை விளிம்புக்கருகில் இருப்பது நல்லது. ஏனெனில் டப்பி செங்குத்தாக மிதக்காது. அதனால் துளை நீர் மட்டத்துக்குமேல் இருக்கக் கூடாது. ஒரு பெரிய ஆழமான பேஸினில் டப்பியை மிதக்க விடுகிறோம். நீர் மெதுவாக உள்ளே ஓடுவதையும் டப்பி அதிகமாக அமிழ்வதையும் காண்கிறோம். பிறகு அது செங்குத்தாக மிதக்கிறது. நீர் டப்பியின் மேல் விளிம்புவரை நுழைகிறது. பிறகு திடீரென்று அது அமிழ்கிறது.

கடல் நீரின் அடர்த்தி

நீரின் அடர்த்தி எண் சரியாக ஒன்று என்பதாக வைத்துக் கொண்டு பார்த்தோம். சுத்தமான நீரைப் பொறுத்த வரையில் அது உண்மைதான். ஏனெனில் சுத்தமான நீரின் அடர்த்தியைத்தான் நாம் அலகாகக் கொண்டிருக்கிறோம். ஆனால் உப்புநீர் அவ்வாறு அல்ல. உப்பு நீர் சுத்தமான நீரைவிடச் சற்றுக் கடினமானது. அடர்த்தி எண் 1·04. மிதக்கும் பொருள் தன் எடைக்குச் சமமான திரவத்தை இடம்பெயரச் செய்கிறது. எனவே ஒரு கப்பல் சுத்தமான நீரில் மிதக்கும் போதைவிட கடலில் மிதக்கும்போது குறைந்த அளவு நீரை இடம் பெயரச் செய்கிறது. ஒவ்வொரு 104 கனஅடி சுத்தமான நீருக்கும் கப்பல் 100 கனஅடி கடல் நீரைத்தான் இடம் பெயரச் செய்கிறது. எனவே கடலிலுள்ள கப்பலின் எடை 4 சதவீதம் அதிகமாக இருக்க முடியும்.

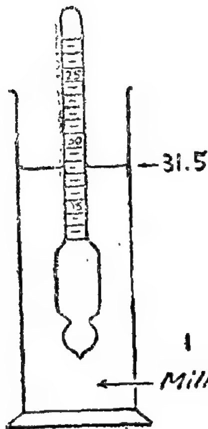
உள்நாட்டிலுள்ள சில கடல்கள் உள்ளன. இவற்றின் நீர் அதிக உப்பாக இருப்பதால் மிகவும் அடர்த்தியாக இருக்கும். இவற்றுள் மிகவும் பிரபலமானது சாக்

கடல். இதன் நீரின் அடர்த்தி எண் $1\frac{1}{6}$. இதில் நீந்துபவருடைய உடலின் ஏழில் ஒரு பங்குக்கு மேல் நீர் மட்டத்துக்கு வெளியே இருக்கும். எனவே மூழ்கிவிடக்கூடிய பயமே இல்லை. நீரில் குதித்தால் அவரது உடலின் எடையைவிட $\frac{1}{6}$ பங்கு அதிக அழுத்தத்துடன் நீர் அவரை மேல் நோக்கித் தள்ளும்.

காஸ்பியன் கடலில் சில இடங்களில் நீர் மேலும் அதிக அடர்த்தியுள்ளதாக இருக்கிறது. அடர்த்தி எண் $1\frac{1}{4}$ எனவே இதில் நீந்துபவருடைய உடலில் ஐந்தில் ஒரு பகுதிக்குமேல் நீர்ப்பரப்புக்கு வெளியே இருக்கும். நீந்தத் தெரியாதவர்களுக்கு அருமையான இடம் இது.

பாலில் கலந்த நீர்

பல்வேறு திரவங்களின் அடர்த்தி மிகவும் முக்கியமானதாகும். மிகச் சிறு வேறுபாடும் கூட திரவத்தின் தன்மைபற்றி சிறிதளவு கூறமுடியும். பாலின் அடர்த்தி எண் 1.03. ஒன்றைவிட இது சிறிதளவே அதிகம். ஆனால் இந்தச் சிறு வேறுபாடுதான் மிகவும் முக்கியம். அடர்த்தி எண் சற்றுக் குறைந்தால் பாலில் நீர் கலக்கப்பட்டிருப்பதை அது புலப்படுத்துகிறது. எனவே பாலின் சரியான அடர்த்தி எண் நமக்குத் தெரிய வேண்டும். இதற்கு பால்மானி (Lacto-Meter) எனப்படும் சிறிய கருவி உபயோகப்படுகிறது (படம். 4). கீழ்ப் பகுதியில் கனமான குழாயும், மேல்பகுதியில் கண்ணடித் துண்டும் கொண்டது இது. கீழ்ப்பகுதி கனமாக இருந்தால்தான் அது நேராக மிதக்க முடியும். மேற்புறத் தண்டில் 15லிருந்து



1. பால்.
படம் 4.

45 வரை அளவுக் கோடுகள் போடப்பட்டிருக்கும். 15 என்பது அடர்த்தி எண். 1·015யும் 45 அடர்த்தி எண் 1·045யும் குறிக்கும். பாலின் அடர்த்தி எண் 1·028 லிருந்து 1·032க்குள் இருக்கவேண்டும். எனவே பால் மானியைப் போட்டுப் பார்த்தால் அது 28 லிருந்து 32க்குள் அளவைக் காட்டவேண்டும். வெப்பநிலை அடர்த்தியை வேறுபடுத்தும். இதர பொருள்களைப் போலவே பாலும் வெப்பத்தினுல் விரிகிறது. எனவே அதன் அடர்த்தி குறைவாக இருக்கும். இதை நாம் கணக்கில் எடுத்துக்கொள்ள வேண்டும். 60° பாரன் ஹீட்டிலிருந்து ஒவ்வொரு 10° வித்தியாசத்துக்கும் ஒரு கோடு வித்தியாசப்படும். 50° பாரன்ஹீட்டில் பால் மானி 28 என்று அளவு காட்டினுல் 60° பாரன்ஹீட்டில் அது 27தான் காட்டும். பாலின் இயல்பையும் கவனமாக ஆராயவேண்டும். பாலேடு பாலின் இதர பகுதியைவிட லேசானது. எனவே ஏடு அதிகமாக இருப்பது அடர்த்தியைக் குறைக்கும்—நீர் சேர்ப்பது குறைப்பதைப் போல. பால்மானி முழு விவரத்தையும் நமக்குக் காட்டு வது இல்லை. ஓரளவையே அது காட்டுகிறது. பாலின் தன்மை பற்றி ஐயப்படவேண்டுமா இல்லையா என் பதையே அது காட்டுகிறது.

அழுத்தத்தை அதிகரித்தல்

ஒரு கன அடி நீரின் எடை $62\frac{1}{2}$ பவுண்டு இருக்கும் என்ற உண்மைக்கு இப்போது மீண்டும் வருகிறோம். நீர் நிரம்பிய ஒரு சதுர அடியுள்ள குழாய் ஒன்று இருப்பதாக வைத்துக்கொள்வோம். ஓரடி ஆழத்தில் $62\frac{1}{2}$ பவுண்டு அழுத்தம் இருக்கும். கீழே ஒவ்வொரு அடியாகப் போகப்போக சதுர அடிக்கு $62\frac{1}{2}$ பவுண்டாக அதிகரித்துக் கொண்டே போகும். 34 அடி ஆழத்தில் நீரின் அழுத்தம்.

$62\frac{1}{2} \times 34$ பவுண்டு சதுர அடிக்கு

$= \frac{62\frac{1}{2} \times 34}{144}$ பவுண்டு சதுர அங்குலத்துக்கு

= சதுர அங்குலத்துக்கு 14·7 பவுண்டு இருக்கும்.

எனவே, 34 அடி ஆழத்தில் நீரின் அழுத்தம் ஒரு வளியின் அழுத்தத்துக்குப் பெரும்பாலும் சமமாக இருக்கும். 68 அடி ஆழத்தில் இரண்டு வளி அழுத்தம் இருக்கும்.

இவ்வாறு அதிகரிக்கும் நீர் அழுத்தம், நீருக்குள் வேலை செய்பவர்கள் இறங்கக் கூடிய ஆழத்துக்கு வரம்பு விதிக்கிறது. நீரின் வெளிப்புற அழுத்தமும், மேலேயுள்ள வளி மண்டலத்தின் அழுத்தமும் சேர்ந்து மூழ்கி வேலை செய்பவர் இருக்கும் இடத்தின் அழுத்தத்துக்குச் சமமாக இருக்குமாறு பார்த்துக்கொள்ள வேண்டும். 34 அடி ஆழத்தில் ஒருவர் வேலை செய்யும்போது இரண்டு வளி அழுத்தமுள்ள காற்றைக் கீழ் நோக்கி அவர் இருக்குமிடத்துக்குச் செலுத்த வேண்டும்.

கப்பல் தரைமட்டத்துக்கு மூழ்குமா?

கடலின் மிக ஆழமான இடங்களில் நீரின் அழுத்தம் பெருமளவாக இருக்கும். 20000 அடி ஆழத்தில் அழுத்தம் 600 வளிக்கு சமமாக இருக்கும். அத்தகைய அதிக அளவு அழுத்தத்தில் நீரின் அடர்த்தியிலும் சிறிதளவு அதிகரிப்பு காணப்படும். நடுக்கடலில் மூழ்கும் கப்பல்கள் தரையைச் சென்றடைவது இல்லை; ஆனல் கப்பலின் அடர்த்தி எண் நீருடையதற்குச்சமமாக இருக்கும். ஆழத்தில் மிதந்தவாறு நிற்கிறது என்று கூறப்படுவது உண்டு. இந்தக் கருத்து வெறும்கற்பனைதான். நீரின் அடர்த்தியில் ஏற்படும் அதிகரிப்பு மிகவும் குறைவு. (நீர் சிறிதளவே அழுத்தப்படக் கூடியது). கப்பலில் காற்று இருக்கக்கூடிய இடம் எல்லாம் அழுத்தத்தினுல் நொறுங்கிவிடும்.

மேலும் அடர்த்தி மிகுந்த நீரைவிட இரும்பு பலமடங்கு அடர்த்தியானது.

ஆழ்கடல் உயிர்கள்

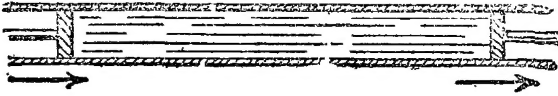
ஆழ்கடலின் மற்ருெரு பிரச்னே இது! நீரின் அவ்வளவு அதிகமான அழுத்தத்தை எந்த உயிரும் எப்படி தாங்கமுடியும்? வளிமண்டல அழுத்தம் நம்மை எவ்வாறு பாதிப்பது இல்லேயோ, அதுபோலவே அவற்றையும் நீரின் அழுத்தம் பாதிப்பது இல்லே. சதுர அங்குலத்துக்கு 15 பவுண்டு அழுத்தமும்கூட மிகவும் லேசான பொருளே ஒன்றும் செய்துவிடாது; ஏனெனில் இந்த அழுத்தம் எல்லா பக்கத்திலும் சமமாக உள்ளது. ஆழ்கடலின் அடியில் வாழும் உயிர்கள் எல்லாப் பகுதியிலும் நீர் எளிதில் நுழையக்கூடிய விதத்தில் மிருதுவான உடலேப் பெற்றிருக்கும். மீன்களுக்குக் காற்றுப்பை இருப்பதுபோன்ற உறுப்பு எதுவும் அவைகளுக்கு இருக்க முடியாது. ஏனெனில் பெருமளவு அழுத்தம் பையைக் கிழித்துவிடும்.

நீர் ஏந்தும் அழுத்தம்

செடிக்கு நீர்பாய்ச்ச பீச்சாங்குழலே உபயோகிக்கும் போது அதனே நிரப்பக் காற்றின் அழுத்தத்தை நம்புகிருேம்; காலிசெய்ய நீரின் அழுத்தத்தை நம்புகிருேம். பீச்சாங்குழலின் முனேயை நீருக்குள் வைத்து கைப்பிடியை இழுத்துத் தூக்குகிருேம். அப்போது குழலில் வெற்றிடம் உண்டாவதால் நீர் மேலேறுகிறது. புறக் காற்றழுத்தமே இதற்குக் காரணமாகும். பீச்சாங்குழலேக் காலிசெய்யப் பிடியை அழுத்துகிருேம். நீர் அழுத்தத்தை குழலின் மறுமுனேக்கு எடுத்துச் செல்கிறது. இதன்மூலம் நீர் வேகமாகப் பீச்சியடிக்கிறது.

நீரின் மிகவும் மதிப்புள்ள இயல்புகளில் இது ஒன்று. இதை எப்படி உபயோகப்படுத்தலாம் என்று பார்ப்

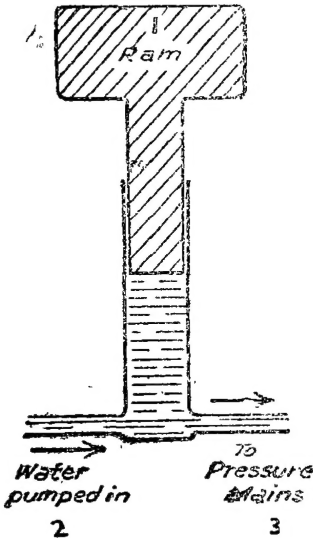
போம். முழுவதும் நீரினுல் நிரப்பப்பட்ட 400 கஜ நீள முள்ள குழாய் இருப்பதாக வைத்துக் கொள்வோம். ஒவ்வொரு முனையிலும் உந்து தண்டு உள்ளது. (படம் 5.) ஒரு பக்கத்து உந்து தண்டை அழுத்திஞல் மற்ருெரு



படம் 5.

பக்கத்திலுள்ளது வெளியே தள்ளப்படுகிறது. நீர் அழுத்தத்தை ஒரு முனையிலிருந்து இன்னெரு முனைக்கு எடுத்துச் சென்றிருக்கிறது.

உயர் அழுத்த பிரதான நீர்க் குழாய்களின் உபயோகம் இதுதான். கேந்திரஸ்தலத்திலிருந்து அழுத்தத்தை தேவையான இடத்துக்கு அவை வழங்குகின்றன.



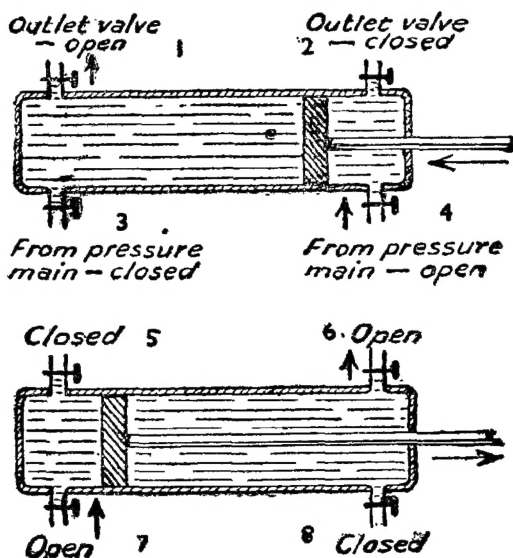
1. பாரம்.
2. நீர் உட் செலுத்தப் படுதல். 3. அழுத்தக் குழாய்களுக்கு

படம் 6.

கேந்திரத்தில் சேமித்து வைக்கப்பட்டுள்ள சக்தி வேண்டும். நீராவி இயந்திரத்திலிருந்து இதைப் பெறலாம். பெருங்கனமுள்ள எடையைத் தாங்கிய பெரிய குழாய் ஒன்று உள்ளது. (படம் 6.) நீராவி இயந்திரம் குழாய்க்குள் நீரைச் செலுத்துகிறது. இதன் கீழ்ப் பகுதியிலிருந்து பல்வேறு இடங்களுக்கு நீரை எடுத்துச் செல்லும் குழாய்கள் உள்ளன. பெரிய குழலில் உள்ள நீர் சதுர அங்குலத்துக்கு எவ்வளவு அழுத்

தம் கொண்டதாக இருக்கிறதோ அதே அளவு அழுத்தம் எல்லாக் குழாய்களிலும் உள்ள நீரில் நிலவுகிறது.

ஒரு பெரிய மதகுக் கதவைத் திறக்க வேண்டுமென்று வைத்துக் கொள்வோம். கதவின் வெளிப்புறத்தில் ஒரு நீண்ட உருளைக்குள் இப்படியும் அப்படியுமாகப் போய் வரக்கூடிய உந்து தண்டு இருக்கும். (படம் 7.) ஒரு



1. வெளியேற்ற அடைப்பான் திறந்துள்ளது.
2. வெளியேற்ற அடைப்பான் மூடியுள்ளது.
3 அழுத்தக் குழாயிலிருந்து—மூடியுள்ளது.
4. அழுத்தக் குழாயிலிருந்து—திறந்துள்ளது.
5. மூடப்பட்டுள்ளது. 6. திறந்துள்ளது.
7. திறந்துள்ளது. 8. மூடப்பட்டுள்ளது.

படம். 7.

அடைப்பு திறக்கப்பட்டு அழுத்தம் மிக்க நீர் உருளையின் வெளி முனைக்குள் செலுத்தப்படுகிறது. அப்போது உந்து தண்டு பின்னால் தள்ளப்பட்டுக் கதவு திறக்கப்படுகிறது.

கதவை மூடுவதற்கு அழுத்தமுள்ள காற்று உருளையின் உட்புற முனையில் செலுத்தப்படுகிறது. அப்போது உந்து தண்டு முன்னுக்குத் தள்ளப்படுகிறது; கதவு மூடப்படு கிறது. ஒவ்வொரு முறை இவ்வாறு செய்யும்போதும் அழுத்தமுள்ள நீரில் கொஞ்சம் உபயோகப்படுத்தப்படு கிறது. கேந்திரத்திலுள்ள எடை கீழே விழுகிறது. குழ லுக்குள் மேலும் அதிக நீரைச் செலுத்துவதன் மூலம் அது தூக்கப்படுகிறது. கனமான எடையை உயர்த்தி வைப்பதன் மூலம் சக்தி சேமித்து வைக்கப்படுகிறது எடை விழும்போது சக்தி வழங்கப்படுகிறது. அழுத்த முள்ள நீர் எடையுள்ள இடத்திலிருந்து தேவையான இடத்துக்கு அழுத்தத்தை எடுத்துச் செல்கிறது.

அழுத்தப்பட்ட நீர் எவ்வாறு பயன்படுத்தப்படு கிறது என்பதற்கு இது ஒரு உதாரணமாகும். ஒரு கேந்தி ரத்திலிருந்து நூற்றுக்கணக்கான நீர் இயந்திரங்களை வழங்க முடியும். அழுத்தக் குழாய்களை அமைப்பதற்கு பதி லாக ஏன் நீராவி யந்திரத்தைக் கொண்டே கதவைத் திறக்கக் கூடாது என்று கேட்கலாம். இதற்கு விடை: நூற்றுக்கணக்கான இயந்திரங்கள் இருக்கலாம். நாளைக்கு ஒரே ஒருதடவை மட்டுமே இவை அதிகப்படியான வேலை செய்யும் படியாக இருக்கலாம் என்பதுதான். ஒரு நாளைக்கு சில நிமிடங்கள் மட்டுமே வேலை செய்வதற்கு நூற்றுக்கணக்கான நீராவி இயந்திரங்களை வைத்துக் மாககொள்வது லாபஇராது. இதற்குப் பதிலாக பவர் ஸ்டேஷனிலுள் ளஒரே ஒரு யந்திரம் மட்டுமே வேலை செய்து தேவைப்படும் இடத்துக்கு அழுத்தத்தை வழங் கினுல் போதும். இத்தகைய கடினமான பெரிய வேலை களுக்குத்தான் எப்போதாவது நீர்ச்சக்தி பயன்படுத்தப் படுகிறது.

FUN WITH MECHANICS by **HERBERT MCKAY**

ஜடத்தன்மையின் விந்தைமிகு விளைவுகள் தான் எத்தனை யெத்தனை! உலக உயிர்கட்கும் பொருள்கட்கும் அடிப்படை இயக்க சக்தியாய் விளங்கும் புவியீர்ப்பு விசையின் ஆற்றல்தான் எவ்வளவு? இயக்கத்தை எவ்வாறெல்லாம் கட்டுப் படுத்தி ஒழுங்குபடுத்துகிறது! மற்றும் காற்று, நீர் ஆகியவற்றின் அழுத்த சக்தியின் ஆற்றல்தான் கொஞ்ச நஞ்சமா? இன்னும் இதுபோன்ற எண்ணற்ற இயந்திர இயலின் நுட்பம் மிகுந்த அடிப் படைத் தன்மைகளை எளிய பரிசோதனைகள் மூலம் எல்லோரும் எளிதில் புரிந்து கொள்ளும் வண்ணம் சுவைபட விளக்கிச் சொல்கிருர் இந் நூலாசிரியர் ஹெர்பெர்ட் மெக்கே.

இந்நூலாசிரியர்.. ...

ஹெர்பெர்ட் மெக்கே அறிவியற் கலை சம்பந்த மான பொது நூல்களையும் இயந்திர இயல் குறித் தும் இளைஞர்களுக்கென எளிய நடையில் பல புத்தகங்களை எழுதிப் புகழ்ப்பெற்றவர் ஆவார்.

ராதா பதிப்பகம்,
சென்னை—17.



Wrapper Printed at Sremati Printers, Madras 2